

AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE LA CHEVRETTE *Macrobrachium rosenbergii* EN GUYANE

(Programme pluri-annuel 1988-1990)

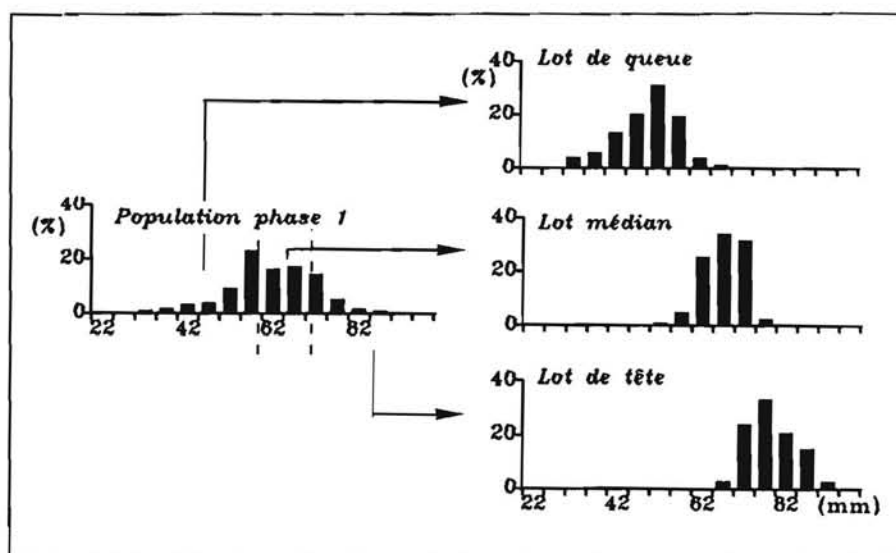
EXCLU DU PRÊT

2ème Volet : années 1989-1990

Jean-Michel Griessinger
Philippe Gondouin
Gilbert Dutto

Denis Lacroix
Thierry Pollet

Jean-Claude Falguière
Gilles Mer



RIDRV - 92 - 016 - RA / MARTINIQUE

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

H.75-102
AMEP2
A

IFREMER
BP 477
97331 CAYENNE Cédex

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES
DEPARTEMENTS : RESSOURCES AQUACOLES
STATION/LABORATOIRE : Cayenne/Kourou

AUTEUR(S) : Laboratoire R.A. de GUYANE : J.M.Griessinger, D.Lacroix, J.C.Falguière* P.Gondouin, T.Pollet, G.Mer, G.Dutto. * : Rédacteur		CODE : 92-016 RA / Martinique
TITRE AMELIORATION DES TECHNIQUES D'ELEVAGE DE LA CHEVRETTE <i>Macrobrachium</i> <i>rosenbergii</i> EN GUYANE. 2ème Volet : Années 1989-1990.		date : tirage nb : Nb pages : Nb figures : Nb photos :
CONTRAT (Intitulé) N° _____	DIFFUSION libre <input type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>	

RÉSUMÉ :

Le programme d'amélioration des techniques d'élevage de la Chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane constitue la deuxième phase du programme d'expérimentation mené sur la station IFREMER de Kourou. Jusqu'en 1988, l'effort a porté sur l'analyse du système continu classique utilisé par l'ensemble des producteurs de *Macrobrachium* aux Antilles et en Guyane. A partir de 1988, il apparut que la résolution des problèmes posés par son application passait par l'utilisation de schémas de gestion de la population en mode discontinu.

Les expérimentations ont donc porté sur les principales conditions d'élevage susceptibles d'améliorer l'efficacité du schéma d'exploitation de la population.

En prégrossissement, il s'agissait d'obtenir le meilleur compromis densité/croissance en jouant sur des facteurs tels que l'aliment artificiel ou la stimulation de la productivité naturelle, tout en produisant un juvénile pour toute post larve ensemencée.

En grossissement, la contrainte essentielle est l'organisation sociale de la population qui se traduit par une croissance rapide et hétérogène des mâles et une croissance lente mais homogène des femelles. Nous avons essayé de dégager les schémas permettant de tirer le maximum de profit de ces spécificités de croissance avec un minimum de coût. Pour cela nous avons testé différentes procédures en jouant sur le poids moyen initial, les caractéristiques de la population introduite (monosex, lot de tête ou de queue issus d'un tri), la densité et la durée d'élevage, le mode de récolte.

mots-clés Elevage, Chevrette, *Macrobrachium*, Guyane, Zootechnie, Production

key words

• IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.



IFREMER-Bibliothèque de BREST



OBR30167



99

PLAN DU DOCUMENT

Introduction	p 1
Compte rendu n° 1 : Mise au point d'une technologie d'acclimatation des post larves au milieu d'élevage du bassin 2ème volet : saison 1989/90		p 4
Compte rendu n° 2 : Phase de prégrossissement à 150 PL / m ²		p 12
Compte rendu n° 3 : Les schémas d'élevage en discontinu : phase de grossissement de 1 à 6 g		p 25
Compte rendu n° 4 : Elevage de populations monosexes mâles et femelles		p 35
Compte rendu n° 5 : Les schémas d'élevage en discontinu : phase finale de grossissement		p 48
Compte rendu n° 6 : Influence du tri selon un critère de taille sur les caractéristiques de la population et ses performances en élevage.....		p 68

INTRODUCTION

Le programme d'amélioration des techniques d'élevage de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane constitue la deuxième phase du programme d'expérimentation mené sur la station IFREMER de Kourou depuis la mise en eau des premiers bassins en Juillet 1986. Jusqu'en 1988, l'effort a d'abord porté sur l'analyse du système continu classique utilisé par l'ensemble des producteurs de *Macrobrachium* aux Antilles et en Guyane.

L'ensemencement direct des postlarves dans le bassin de grossissement à intervalles de temps donnés et la pêche sélective régulière des individus commercialisables en font un système d'application simple. De plus, son choix était justifié par le fait qu'il est le seul capable de produire toute l'année et dans un seul bassin des individus de 40 g de poids moyen, taille correspondant au marché du *Macrobrachium* dans la région.

Au cours de cette analyse, il est apparu que la plupart des problèmes identifiés par l'équipe d'assistance technique chez les producteurs de Guyane, étaient liés à une mauvaise adaptation du système continu aux conditions spécifiques locales. Sa principale faiblesse est de n'exploiter à la taille de récolte de 40 g qu'un trop faible pourcentage de la population introduite (20 à 30 %). Ce phénomène est dû à trois causes principales :

- Pertes de postlarves à l'ensemencement.

En système continu, elles proviennent généralement de la difficulté à maîtriser les conditions du milieu (surtout pH et oxygène) durant la saison sèche. A cette période, le fort ensoleillement est responsable directement ou indirectement, par l'intermédiaire de la photosynthèse, des variations brutales des principaux paramètres physico-chimiques. La faible alcalinité et le taux d'oxygène dissous très bas dans les eaux naturelles Guyanaises ne permettent pas d'atténuer ces variations par simple augmentation du renouvellement d'eau.

- Pertes en cours d'élevage.

Dans les bassins guyanais on observe un fort pourcentage d'animaux à carapace molle (20 à 25 %). Ce phénomène a pu être mis en relation avec la faible minéralisation de l'eau. Les récoltes sélectives répétées provoquent régulièrement des pertes consécutives au passage du filet. Cette mortalité qui frappe plutôt les animaux mous est amplifiée notamment par l'état d'envasement du bassin.

- Frein de la croissance d'une partie de la population.

Les fortes interactions sociales qui régissent la population de *Macrobrachium* ont pour conséquence de garder une partie du cheptel sous l'effet de la dominance des gros mâles. Leur retrait permet l'expression d'une partie de la sous population de dominés par le phénomène de croissance compensatoire. Mais, en élevage, cet effet est limité par l'inefficacité relative de la récolte à la senne sélective, ce qui laisse dans le bassin des individus dominants dont la présence provoque un frein de la croissance.

Les conséquences sur l'élevage sont donc une grande variabilité de la production au cours du temps et un rendement moyen inférieur à ce qu'on était en droit d'attendre.

Aussi, durant cette période, les expérimentations ont été menées suivant deux axes :

- **L'étude de l'écosystème "bassin d'élevage"** et des moyens qu'il était possible de mettre à la disposition des aquaculteurs pour mieux corriger et contrôler le milieu. Il s'agissait aussi de dégager si possible des indicateurs de la qualité de l'eau et du sédiment, et de les utiliser pour déterminer l'influence du milieu d'élevage sur la production des bassins.

- **Les moyens de suivi et de contrôle du cheptel en élevage** afin de fiabiliser la production à un niveau compatible avec la rentabilité des exploitations aquacoles guyanaises. On a pu ainsi mettre au point ou adapter des méthodes permettant d'estimer la survie des postlarves lors de leur ensemencement dans le bassin, de suivre la croissance des différentes cohortes introduites en système continu, ou d'évaluer l'effectif de la population en élevage.

Cette approche était celle d'un aménagement des techniques du système continu. A partir de 1988, il apparut que la résolution des problèmes posés par son application passait par l'utilisation de schémas de gestion de la population en mode discontinu. Cette nouvelle approche est fondée essentiellement sur deux raisons :

- Compte tenu des besoins importants de connaissances et du peu de temps disponible, il était nécessaire d'utiliser des **cycles d'élevage courts** de population monocohorte afin de pouvoir effectuer un bilan complet du cheptel lors de chaque expérimentation, et de pouvoir multiplier les essais.
- **Les limites identifiées du système continu** classique conduisent naturellement à utiliser des systèmes à plusieurs phases successives dont la première, le prégrossissement, permet de mieux contrôler le milieu afin d'éliminer les pertes de postlarves à l'ensemencement. De plus, grâce aux points-bilans effectués lors de chaque opération de vidange/transfert, on peut suivre et contrôler l'évolution de la population et ainsi déterminer avec précision ses caractéristiques en fonction des conditions de l'élevage.

Les expérimentations ont donc porté sur les principales conditions d'élevage susceptibles d'améliorer l'efficacité du schéma d'exploitation de la population.

En prégrossissement, il s'agissait d'obtenir le meilleur compromis densité/croissance en jouant sur des facteurs tels que l'aliment artificiel ou la stimulation de la productivité naturelle, tout en produisant un juvénile pour toute postlarveensemencée.

En grossissement, la contrainte essentielle est l'organisation sociale de la population qui se traduit par une croissance rapide et hétérogène des mâles et une croissance lente mais homogène des femelles. Nous avons essayé de dégager les schémas permettant de tirer le maximum de profit de ces spécificités de croissance avec un minimum de coût. Pour cela, nous avons testé différentes procédures en jouant sur :

- Le poids moyen initial, qui influe sur la taille des animaux produits et donc sur les classes de commercialisation obtenues dans la production finale.

- Les caractéristiques de la population introduite : monosexes mâle et femelle, lots de tête ou de queue, qui ont chacun des performances de croissance propres.

- La densité et la durée d'élevage, facteurs déterminants pour la croissance.

- Le mode de récolte : avec ou sans intervention de pêches sélectives en cours d'élevage. Cet élément sera choisi selon la densité, la durée d'élevage et le type de population utilisé. Il influera sur les coûts de main d'oeuvre du schéma d'élevage.

L'objectif final ne se limite pas à la sélection du schéma d'élevage le mieux adapté au contexte de la Guyane. Il élargit l'analyse des résultats à la possibilité de choisir et d'adapter le schéma d'élevage à l'ensemble du contexte de production : caractéristiques du climat, particularités du milieu naturel, contexte socio-économique, infrastructures disponibles, technicité du personnel, niveau de financement autorisé et surtout le marché visé. Le schéma de production peut alors s'intégrer dans un système d'élevage complet. Cette démarche, qui permet d'optimiser les coûts prévisibles et donc d'affiner la rentabilité de l'élevage projeté, donne toute sa valeur à l'ensemble du programme d'expérimentation mené en Guyane.

NB : la présentation détaillée du programme de recherche 1988-1990 sur la station de Kourou figure dans le précédent rapport interne de la Direction des Ressources Vivantes intitulé "Amélioration des techniques d'élevage de la chevrette *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane" (RIDRV 90019 RA Guyane, p 4 à 26).

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 1

MISE AU POINT D'UNE TECHNOLOGIE D'ACCLIMATATION

DES POSTLARVES AU MILIEU D'ELEVAGE DU BASSIN

2ème VOLET : SAISON 1989/90

1-INTRODUCTION

Dans le système de grossissement en continu utilisé aux Antilles-Guyane depuis le début des années 80, il est apparu que la survie des postlarves lors du lâcher dans le bassin était très variable. On a notamment pu mettre en évidence des mortalités massives en Guyane durant la saison sèche, période critique pendant laquelle les principaux paramètres physico-chimiques qui déterminent la qualité du milieu d'élevage sont plus difficiles à contrôler.

L'objectif de ces expérimentations conduites en deux volets, était de mettre au point une technologie qui permette d'atténuer le choc survenant lors du transfert des PL de l'écloserie vers le bassin en terre.

Le 1er volet a porté en 1988 sur le test d'une enceinte contrôlée en utilisant des densités faibles (inférieures à 3 PL/l). Ces premiers essais ont eu lieu en saison sèche et ont montré que les structures et le protocole utilisés permettaient d'obtenir une survie proche de 100 % au bout d'une semaine d'acclimatation (voir compte rendu n° 5 RIDRV-90019 RA/Cayenne).

Ce 2ème volet de l'étude vise, d'une part, à obtenir les mêmes résultats en augmentant la densité à environ 10 PL/l, et d'autre part, à tester cette technique en saison des pluies afin de pouvoir en disposer toute l'année.

2-MATERIEL ET METHODE

Compte tenu des bons résultats obtenus, le protocole mis au point et testé en 1988 a été globalement conservé. Les structures sont identiques, ainsi que la gestion et le suivi de l'élevage. Les relevés des paramètres physico-chimiques sont faits quotidiennement (tableau 1).

La seule modification notable concerne les structures : lors de l'augmentation de densité d'élevage à 10 PL/l, il a été décidé d'utiliser des supports horizontaux qui fournissent une surface d'accrochage plus importante (figure 1). Leur influence est étudiée dans la discussion.

De plus, comme il avait été proposé de le faire en conclusion du 1er volet, nous avons testé l'influence du siphonnage quotidien des bacs sur la qualité de l'eau d'élevage et sur la survie des PL en fin d'acclimatation. Ceci permet de déceler d'éventuelles mortalités et de diminuer ou augmenter la ration alimentaire en fonction des observations effectuées. Ce siphonnage est facilité par le courant d'eau circulaire entretenu par les air-lifts, qui rassemble les particules décantables au centre du bac.

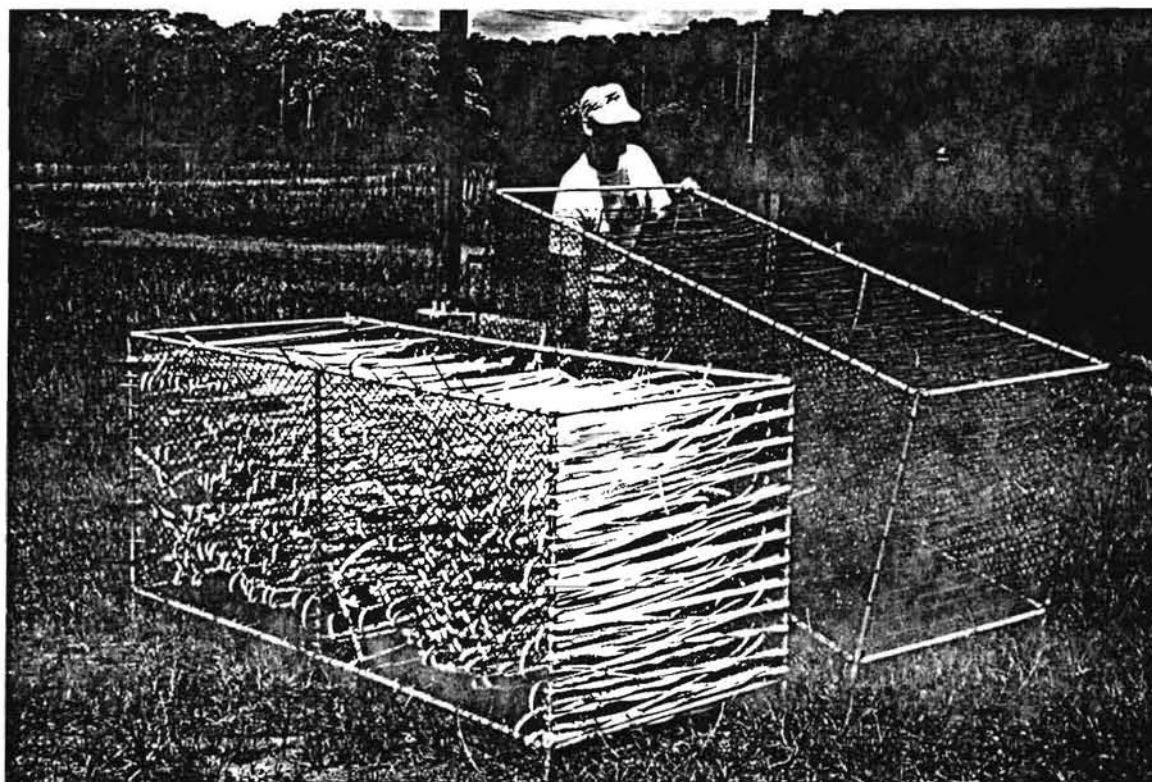


Figure 1 : Différents types de supports horizontaux à PL utilisés.

Tableau 1 : Valeurs journalières moyennes des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage :

a)- Saison des pluies 1989/90

Param./Jour	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne
Temp (°C)	25.4	25.1	25.0	25.5	25.2	25.1	25.0	25.2
O ₂ (mg/l)	8.0	7.8	7.6	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8
pH	6.9	6.9	6.9	7.1	7.0	7.1	7.2	7.0
Salinité (g/l)	2.1	2.1	1.6	1.1	0.7	0.5	0.3	-
Condté (µmho)	3510	3560	2580	1880	1120	970	550	-

b)- Saison sèche 1989/90

Param./Jour	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne
Temp (°C)	27.2	25.9	26.6	26.4	26.6	26.8	26.2	26.5
O ₂ (mg/l)	8.0	7.8	6.9	7.0	7.8	7.8	7.6	7.6
pH	7.7	7.3	7.1	7.5	7.7	7.7	7.6	7.5
Salinité (g/l)	2.1	2.1	1.6	1.1	0.9	0.4	0.3	-
Condté (µmho)	3750	3680	2730	1990	1430	980	760	-

3-RÉSULTATS

Le tableau 2 montre qu'il n'y a pas de différences notables dans la physico-chimie de l'eau d'élevage d'une année sur l'autre pour une même saison. Par contre, en saison sèche, on note une température plus élevée, un taux d'oxygène dissous un peu plus faible et un pH un peu plus fort.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des principaux paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage en saison sèche et en saison des pluies en 1988, 1989 et 1990.

Paramètre	Saison Sèche 88	Saison Pluies 89	Saison Sèche 89	Saison Pluies 90	Moyenne Saison Sèche	Moyenne Saison Pluies
Temp (°C)	27.1	25.0	26.6	25.8	26.9	25.2
O ₂ (mg/l)	7.3	7.8	7.6	7.9	7.4	7.8
pH	7.6	7.0	7.5	7.1	7.6	7.0

Le tableau 3 résume les principaux résultats obtenus en 1989/90.

La première série d'essais a porté sur des densités de l'ordre de 5 PL/l avec des supports à PL verticaux, et a été menée durant la saison des pluies 1989. On observe une survie moyenne de 54 % à comparer aux 97,4 % obtenus en saison sèche 1988. Ces résultats posent le problème de l'influence de la saison des pluies. En effet, la pluviométrie importante en cette saison peut modifier la qualité de l'eau aussi bien dans le fleuve que dans le bassin où est pompée l'eau verte. Cependant entre les deux séries d'essais, la densité est passée de 2,6 à 5,2 PL/l, et il se peut qu'on se heurte aux limites de la méthode. Ces hypothèses seront discutées en détail plus loin.

A la suite des bons résultats obtenus pendant la saison sèche 1988, il a été décidé d'augmenter la densité pour celle de 1989. Pour ce faire, on a utilisé des supports fournissant une plus grande surface de fixation aux PL. La survie a été identique (97,3 % contre 97,4 % en 1988) pour des densités respectives de 10 PL/l et 2,6 PL/l.

Ces bons résultats conduisent à s'interroger sur l'influence de ces supports et nous avons effectué une nouvelle série d'essais durant la saison des pluies 1990 en les utilisant. La survie moyenne a été de 59 % à comparer aux 54 % obtenus en 1989, ce qui conduit à relativiser l'importance des supports à PL dans ces conditions d'expérimentation.

Tableau 3 : Principales caractéristiques et résultats de survie des essais d'acclimatation de postlarves en saisons des pluies 1989 et 1990, et en saison sèche 1989.

N°	Bac	Volume (m ³)	Date Début	Durée (jours)	Densité (PL/l)	Survie (%)	Renouvellement (type d'eau)	Saison	Support à PL
1	A7	14	02/02/89	7	5.4	44.1	Fleuve	Pluies	Verticaux
2	A7	14	10/02/89	7	5.5	36.0	Fleuve	Pluies	Verticaux
3	A5	6	14/02/89	7	4.1	58.0	Fleuve	Pluies	Verticaux
4	A7	14	09/03/89	7	5.5	67.4	Fl/Bas	Pluies	Verticaux
5	A5	6	10/03/89	7	5.3	61.2	Fleuve	Pluies	Verticaux
6	A6	6	10/03/89	7	5.3	57.6	Bassin	Pluies	Verticaux
7	A5	6	05/09/89	7	10.1	97.3	Fleuve	Sèche	Horizontaux
8	A6	6	05/09/89	7	10.1	100.0	Bassin	Sèche	Horizontaux
9	A5	6	31/10/89	7	9.9	92.0	Bassin	Sèche	Horizontaux
10	A6	6	31/10/89	7	9.9	100.0	Bassin	Sèche	Horizontaux
11	A5	6	08/02/90	7	5.8	54.5	Bassin	Pluies	Horizontaux
12	A6	6	08/02/90	7	5.8	52.1	Bassin	Pluies	Horizontaux
13	A5	6	03/05/90	7	5.5	65.8	Bassin	Pluies	Horizontaux
14	A6	6	03/05/90	7	5.5	63.9	Bassin	Pluies	Horizontaux

4-DISCUSSION

4-1- Saison sèche

L'augmentation de la densité de 2,6 à 10 PL/l entre 1988 et 1989 n'a pas provoqué de baisse de la survie finale. Le changement de type de support a pu faciliter le maintien de ces bonnes performances. En effet, plusieurs auteurs ont noté l'influence positive des supports horizontaux sur la survie des postlarves dans des conditions analogues (Smith et Sandifer, 1975; Sandifer et al., 1977, 1983; Aquacop, 1985). Mais en l'absence d'essai en saison sèche à 10 PL/l avec les supports verticaux, on ne peut rien conclure sur leur influence.

Malgré l'origine variable de l'eau de renouvellement (eau du fleuve Kourou, eau verte de bassin) il n'apparaît pas de différences notables ni dans la survie, ni dans la physico-chimie de l'eau d'élevage. Cependant compte tenu de la finalité d'acclimatation de cette enceinte, un renouvellement avec de l'eau verte de bassin est plus justifié.

La technique mise au point est fiable en saison sèche pour des densités d'élevage allant jusqu'à 10 PL/l, et pour une durée d'acclimatation de 7 jours. Elle permet de transférer les PL progressivement d'un milieu d'écloserie à un milieu proche de celui du bassin d'élevage en terre. Le bénéfice que l'on peut en tirer pour la survie des PL lors de l'ensemencement en bassin a été mis en évidence dans le premier volet de l'étude.

4-2- Saison des pluies

Les résultats obtenus durant la saison des pluies 1989 (survie moyenne de 54 %) ont été largement inférieurs à ceux obtenus lors des premiers essais qui s'étaient déroulés en saison sèche 1988. Ce phénomène peut provenir de deux éléments :

- L'augmentation de la densité d'élevage
- L'influence de la saison des pluies

a)- La densité

Entre les essais préliminaires (saison sèche 1988) et la première série d'essais en saison des pluies 1989 (essais n° 1 à 6), la densité est multipliée par deux; les résultats sont très inférieurs en saison des pluies. Or on a utilisé le même type de support à PL verticaux. Il se pourrait donc qu'ils soient sous-dimensionnés pour des densités de l'ordre de 5 PL/l.

Une deuxième série d'essais a donc été mis en place pendant la saison des pluies 1990 (essais n° 11 à 14) aux mêmes densités que précédemment (5 PL/l) mais en utilisant des supports horizontaux plus performants puisqu'ils avaient supporté 10 PL/l avec 97 % de survie au cours de la saison sèche 1989. La survie moyenne a été comparable (59 % en 1990 contre 54 % en 1989). Ceci élimine l'hypothèse de la densité pour expliquer les mauvais résultats obtenus pendant la saison des pluies.

b)- Influence de la saison des pluies

Compte tenu des bonnes survies observées en saison sèche à 10 PL/l, les mauvais résultats obtenus en saison des pluies ne peuvent être reliés qu'à des raisons climatiques, de façon directe ou indirecte.

Les deux caractéristiques notables de cette saison sont :

- Une pluviométrie importante
- Une nébulosité marquée

La **pluviométrie** sur la région Guyanaise (en moyenne 3 mètres d'eau en 6 mois) provoque un fort ruissellement sur le tapis végétal des sols forestiers ce qui entraîne une augmentation de la turbidité de l'eau des fleuves. Les matières en suspension sont constituées principalement d'argiles et de débris organiques d'origine végétale. L'utilisation de cette eau pour le renouvellement des bacs peut donc poser un problème de qualité du milieu.

Globalement la modification de la qualité de l'eau en saison des pluies peut concerner trois éléments :

- Les matières en suspension décantables naturellement (type débris végétaux ou minéraux) :

Ces MES ne peuvent être rendues responsables de la baisse de la survie en bac d'acclimatation. En effet, en arrivant dans le bassin d'élevage en terre, l'eau de fleuve subit une décantation naturelle et s'en trouve donc débarrassé. Le renouvellement des bacs avec de l'eau de bassin aurait dû faire apparaître une meilleure survie, ce qui n'est pas le cas.

- Les colloïdes en suspension, décantables après floculation :

Ces éléments ne sont pas décantables naturellement, aussi on les retrouve dans les bacs d'acclimatation quel que soit le type d'eau utilisé pour le renouvellement. En cas de toxicité, ils sont donc susceptibles de provoquer des mortalités en saison des pluies. Cependant, l'ajout de calcium dans les bacs provoque leur floculation, puis leur décantation. Ainsi, le siphonnage des bacs aurait dû induire une meilleure survie, ce qui n'a pas été enregistré (essai n° 13 : avec siphonnage; essai n° 14 : sans siphonnage).

- Les substances dissoutes :

Ces composés peuvent être responsables des mortalités en saison des pluies. En effet, ils sont présents dans le milieu d'élevage quel que soit le type de renouvellement adopté même si l'on procède à un siphonnage quotidien des bacs. Si l'on compare les relevés des paramètres physico-chimiques de l'eau d'élevage entre les deux saisons, on ne peut noter aucune différence significative (tableau 2). Il aurait fallu disposer de moyens pour suivre plus finement la qualité de l'eau pour pouvoir mettre en évidence des différences dans sa composition.

La **nébulosité** importante en saison des pluies peut influencer sur le comportement des PL en bac d'acclimatation. En élevage larvaire, on observe que les larves s'alimentent moins bien quand la luminosité diminue. Ce type de phénomène a pu être observé à l'écloserie de Guyane Aquaculture à la même saison. La légère baisse de la température enregistrée dans les bacs de la station de Kourou en saison des pluies (tableau 2) ne peut pas être rendue responsable de cette diminution de l'alimentation car à l'écloserie, le même phénomène est visible malgré l'utilisation de réchauffeurs et donc le maintien d'une température élevée. Il est cependant difficile de cerner avec précision l'influence de la nébulosité car l'eau d'élevage

est beaucoup plus turbide dans les bacs d'acclimatation et il y est plus difficile de contrôler la prise de nourriture.

Aussi, l'hypothèse la plus vraisemblable pour expliquer la diminution de la survie en saison des pluies reste une modification de la composition chimique de l'eau du fleuve Kourou que nous ne pouvons pas déceler avec les moyens de suivi dont nous disposons.

5-CONCLUSION

Le protocole d'acclimatation des PL en bac béton est fiable pour une durée d'élevage de 7 jours et une densité de 10 PL/l pendant la saison sèche. Cet objectif était le plus important, car dans le cadre d'un système de grossissement continu simple tel qu'il est appliqué dans la zone, les problèmes de mortalité de PL à l'ensemencement en bassin se posaient essentiellement pendant la saison sèche. Grâce à cette méthode, on peut transférer progressivement les PL d'un milieu d'écloserie à un milieu proche de celui du bassin avec une survie moyenne de 97 %.

Lors de l'ensemencement en bassin, on a montré dans le premier volet de cette étude que la survie obtenue était supérieure dans le cas de PL acclimatées

Lorsqu'on utilise une phase de prégrossissement en discontinu, cette étape d'acclimatation n'est pas nécessaire puisqu'il est possible de préparer le bassin à l'accueil des PL de façon à obtenir une bonne survie à l'ensemencement, quelle que soit la saison (voir compte rendu d'expérience n°2).

Ainsi l'emploi de cette méthode d'acclimatation est justifié dans le cadre d'un système d'élevage faisant appel à un ensemencement direct de postlarves dans le bassin de grossissement et plus particulièrement en système continu.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Aquacop, 1985. Stockage de postlarves de *Macrobrachium rosenbergii* en sortie d'écloserie. Rapport interne, DRV/AQ/TAH. 85.202, 7 pp.

Armstrong D.A., Chippendale D., Knight A.W. and Colt J.E., 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrachium rosenbergii*. Bioll. Bull.. 154, 15-31.

Hummel C.G., 1986. The effect of high pH on the mortality of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) postlarvae in green and clear water. M. Sc. Thesis, University of Puerto Rico, Mayaguez, 37 pp.

Sandifer P.A. and Smith T.I.J., 1977. Intensive rearing of postlarval Malaysian prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, in a closed cycle nursery system. Proc. World Maricul. Soc.. 8, 225-235.

Sandifer P.A., Smith T.I.J., Jenkins W.E., Stockes A.D., 1983. Seasonal culture of freshwater prawns in South Carolina. CRC Handbook of Mariculture, volume 1 : Crustacean Aquaculture : pp 189-204.

Sarver D., Malecha S.R. and Onizuka D., 1982. Possible sources in stocking mortality in postlarval *Macrobrachium rosenbergii*. In : M.B. New (Editor), Giant Prawn Farming. Developments in Aquaculture and fisheries Sciences, 10. Elsevier Publishing Co., Amsterdam. : pp 99-113.

Scuder K.M., Pasanello E., Krafur J., Ross K., 1981. Analysis of locomotory activity in juvenile giant Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Crustaceana 40 : pp 31-35.

Smith T.I.J. and Sandifer P.A., 1975. Increased production of tank-reared *Macrobrachium rosenbergii* through use of artificial substrates. Proc. World Maricul. Soc. 6, 55-66.

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 2 :

PHASE DE PREGROSSISSEMENT A 150 PL/M²

1-INTRODUCTION

Dans l'étude des schémas d'élevage du *Macrobrachium*, il est apparu un besoin de connaissances sur les phases de démarrage de croissance.

En système continu, ce besoin s'est fait sentir dès qu'on a pu mettre en évidence des mortalités massives de postlarves lors de leur ensemencement dans le bassin de grossissement (voir CR n° 2, RIDRV 89031 RA/Cayenne). Dans ce cas, le rôle principal du prégrossissement est de produire des individus plus robustes résistant mieux au transfert dans le bassin de grossissement.

En système discontinu, il doit permettre l'introduction dans la phase de grossissement d'animaux plus gros dont la durée de croissance jusqu'à la taille de récolte sera réduite par rapport à des PL issues d'écloserie.

De plus, en système continu comme en système discontinu, on peut préparer et gérer le bassin de prégrossissement de façon spécifique. On pourra ainsi limiter la mortalité et optimiser la croissance en jouant sur différents facteurs comme l'alimentation, les amendements ou le renouvellement d'eau neuve.

Dans un premier temps, nous avons travaillé à des densités moyennes (30 à 50 PL/m²) afin de faire apparaître les facteurs déterminant les gains de productivité. En 1988, les travaux ont porté sur l'effet de l'alimentation naturelle et artificielle (voir CR n° 4, RIDRV 90019 RA/Cayenne). Les résultats ont montré qu'en début d'élevage, la présence d'un gazon favorisant la productivité naturelle benthique améliorait significativement la croissance. Parallèlement, dès l'émergence d'une biomasse importante, la qualité de l'aliment artificiel a une influence directe sur la croissance alors qu'auparavant, elle n'en avait pas.

Dans cette nouvelle série de prégrossissements, l'objectif est de travailler à des densités plus élevées (150 PL/m² environ) pour disposer de standards d'élevage dans des conditions proches de celles d'une ferme de production. Par ailleurs, les connaissances acquises dans le premier volet de l'étude nous ont permis de tester certaines améliorations apportées à la gestion de ces phases de démarrage de croissance :

- Choix de la procédure de préparation du bassin :
 - * Origine de l'eau utilisée au remplissage
 - * Engazonnement du fond.
- Ajout de structures d'accueil des postlarves : palmes végétales préalablement "salies", puis suspendues dans la colonne d'eau.
- Choix du type de granulé utilisé pour l'alimentation artificielle.

2-MATERIEL ET METHODE

2-1- Préparation des bassins

L'ensemble des essais de prégrossissement s'est déroulé dans des bassins en terre de 500 m² à la station expérimentale de Kourou. Ils n'ont reçu aucune fertilisation organique ni minérale, mais ont été amendés à hauteur de 800 kg/ha avec du Gypse (CaSO₄) au moment de la mise en eau. Certains bassins ont fait l'objet d'une préparation préalable du fond sous la forme soit d'un engazonnement naturel obtenu en une quinzaine de jours, soit d'un semis de riz à raison de 200, 400 puis 1000 kg/ha.

Le remplissage du bassin a lieu 24 à 48 h avant l'ensemencement des postlarves, en utilisant 50 % d'eau du fleuve Kourou et 50 % d'eau verte en provenance d'un autre bassin. 50 adultes (1 pour 10 m²) sont introduits pour éliminer les larves de libellules, prédateurs de postlarves. Il s'agit là d'une précaution supplémentaire car, lorsque la mise en eau est aussi tardive, ces prédateurs n'ont normalement pas le temps de se développer.

25 palmes de cocotier sont suspendues à des fils qui traversent le bassin. Ces palmes ont été préalablement immergées pendant une quinzaine de jours dans un bassin en production afin qu'elles se couvrent de salissures susceptibles d'être consommées par les postlarves. Par ailleurs, elles vont fournir une importante surface de fixation aux postlarves qui colonisent l'ensemble de la colonne d'eau dans les premiers jours de leur vie (Scuder et al., 1981).

2-2- Gestion quotidienne

Le cheptel est nourri manuellement, à la tombée de la nuit, six jours sur sept, avec deux types de granulés en fonction des conditions d'expérimentation. Le tableau 1 donne la composition des deux granulés utilisés.

Tableau 1 : *Composition des granulés de marque Ufac et Rangen utilisés en prégrossissement.*

	Protéines	Lipides	Minéraux	Cellulose
Rangen (%)	45	7	15	4
Ufac (%)	30	2,5	12	5

La ration alimentaire est calculée en appliquant un taux de nutrition à la biomasse estimée; celle-ci est évaluée par le poids moyen obtenu lors des échantillonnages et en considérant une mortalité mensuelle théorique de 6 % de la population. Ce pourcentage de perte correspond à une moyenne observée sur la station de Kourou. Le taux de nutrition appliqué est fonction de la taille des animaux (Tableau 2).

Les paramètres physico-chimiques sont relevés tous les jours au fond du bassin (oxygène et température le matin, pH le soir). Les valeurs moyennes, minimales et maximales sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 2 : Taux de nutrition utilisé en fonction du poids moyens de la population

Poids moyen (g)	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Taux de nutrition (%)	15	13	11	9	7

Tableau 3 : Relevés des principaux paramètres physico-chimiques lors des essais de prégrossissement.

		MOIS 1			MOIS 2			MOIS 3		
		pH	Temp. (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	Temp. (°C)	O ₂ (mg/l)	pH	Temp. (°C)	O ₂ (mg/l)
1	Moyenne	6.7	6.7	27.6	8.2	6.4	27.4	7.8	5.3	27.1
	Minimum	6.5	6.0	27.0	7.1	5.9	27.0	6.8	6.3	27.0
	Maximum	6.9	7.5	28.0	9.0	7.8	27.8	8.4	7.2	28.2
2	Moyenne	7.8	6.8	27.8	8.5	7.2	27.9	8.1	5.2	27.0
	Minimum	7.1	6.3	26.8	7.5	5.2	26.5	7.0	3.8	26.2
	Maximum	8.4	7.5	28.5	9.0	8.5	28.9	8.9	5.9	27.5
3	Moyenne	7.8	7.0	27.8	8.2	6.5	27.4	8.3	4.0	28.0
	Minimum	6.4	6.3	26.3	7.2	5.0	26.1	8.3	4.0	28.0
	Maximum	8.9	7.8	28.9	9.2	7.5	28.1	8.3	4.0	28.0
4	Moyenne	8.4	6.2	28.8	8.6	6.4	28.4	/	6.5	28.3
	Minimum	7.7	4.4	28.5	7.3	5.2	28.0	/	4.8	28.0
	Maximum	9.1	8.1	29.5	9.3	7.7	28.5	/	8.2	28.7
5	Moyenne	9.2	7.0	28.5	8.8	6.8	27.9	/	7.1	28.7
	Minimum	8.6	5.9	28.0	8.1	5.9	27.8	/	5.7	28.5
	Maximum	9.6	8.8	29.2	9.2	7.4	28.0	/	7.9	28.9
6	Moyenne	6.5	6.2	28.3	7.8	6.1	27.1	7.7	4.8	26.5
	Minimum	6.1	5.4	27.3	7.0	5.4	26.5	6.8	4.0	26.0
	Maximum	6.8	7.4	28.9	8.6	6.4	27.8	8.5	5.3	27.0
7	Moyenne	6.8	6.9	28.4	7.9	6.3	27.2	7.3	4.9	26.6
	Minimum	6.1	6.3	27.2	6.9	5.3	26.8	6.5	4.4	25.9
	Maximum	7.2	7.8	29.0	8.5	6.9	28.0	8.5	5.6	27.0
8	Moyenne	6.4	5.7	28.4	7.9	6.3	27.4	7.7	5.4	26.7
	Minimum	5.9	4.5	27.2	6.9	5.7	27.0	6.9	4.5	26.0
	Maximum	6.7	6.7	29.0	9.0	6.7	28.0	8.4	6.0	27.0
9	Moyenne	6.3	6.1	28.4	8.0	6.1	27.1	7.6	4.3	27.0
	Minimum	6.0	4.5	27.7	7.0	5.1	26.7	6.8	3.9	26.7
	Maximum	6.6	7.1	29.0	8.8	6.7	27.5	8.5	4.9	27.2

Les bassins sont renouvelés à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 à 10 % du volume par jour, en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques. Pour chaque essai, un aérateur de type AireO2 de 0,5 CV fonctionne en séquence de nuit (0h à 6h du matin).

2-3- Gestion et suivi du cheptel

Lors de l'ensemencement, des cages tests sont utilisées pour estimer la survie des postlarves. Leur mode d'utilisation est décrit en détail dans un précédent rapport (CR n° 2 du RIDRV 89031).

Le cheptel est échantillonné toutes les deux semaines à partir de la 5^{ème} semaine d'élevage à l'aide d'une senne de maille 6 mm. Un poids moyen est effectué sur un lot de 500 à 100 individus. A la vidange du bassin, on constitue un échantillon à l'aide de plusieurs prélèvements effectués à différents moments de la récupération des animaux; ce lot servira à estimer le poids moyen final et à déterminer l'allure de la population grâce à un histogramme de taille. Dans la majorité des cas, les individus de l'échantillon ont été sexés grâce à l'observation des orifices génitaux à la loupe binoculaire. Les principales caractéristiques des différents essais sont consignées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Principales caractéristiques de chaque essai de prégrossissement.

N° essai	Date début	Durée (jours)	Aliment	Palmes	Fond
1	14/02/89	65	Ufac	non	nu
2	13/04/89	68	Ufac	oui	nu
3	03/05/89	62	Ufac	oui	Riz(0,2T/ha)
4	05/07/89	64	Ufac	oui	Gazon
5	07/07/89	66	Ufac	oui	Riz(0,4T/ha)
6	06/11/89	66	Rangen	oui	Gazon
7	06/11/89	71	Rangen	non	nu
8	07/11/89	69	Ufac	oui	Riz(1T/ha)
9	07/11/89	65	Ufac	non	nu
10	08/02/90	95	Ufac	oui	nu
11	09/02/90	92	Rangen	non	nu

3-RESULTATS

Les résultats de chaque élevage sont synthétisés dans le tableau 5.

3-1-Croissance

La figure 1 montre la gamme de croissance observée sur l'ensemble des essais d'une durée voisine de deux mois. Il n'apparaît pas de grandes différences de croissance entre les essais malgré les variations du protocole. En moyenne on obtient un poids moyen final de 0,80 g pour une durée de 66 jours soit une croissance de 0,36 g/mois. A titre de comparaison, dans les essais à 50 PL/m² effectués en 1988, pour une même portion de la courbe de croissance de 0 à 0,8 g, on obtient une croissance de 0,55 g/mois. Cette différence peut être attribuée à la densité initiale plus faible.

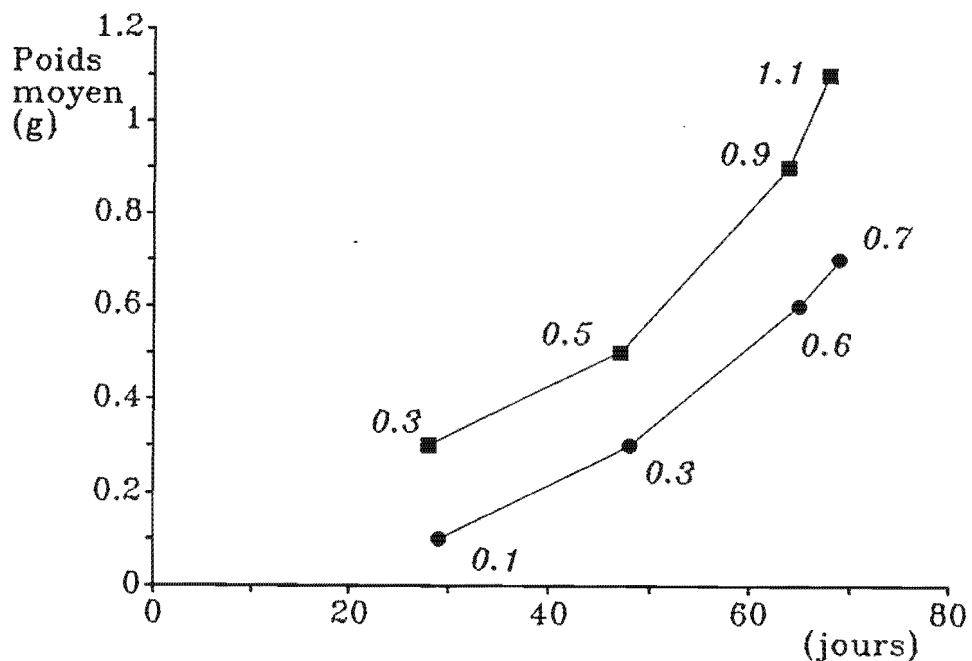


Figure 1 : Gamme de croissance observée lors des prégrossissements de deux mois à la densité initiale de 150 PL/m².

3-2-Survie

Pour une durée d'élevage de deux mois, dans sept essais sur neuf, on obtient une survie finale supérieure ou égale à 90 %. La moyenne générale de 92 % correspond à une survie mensuelle de 96,3 %, en tenant compte d'une survie à l'ensemencement de 100 %, ce qui n'a probablement pas été le cas dans tous les essais. Les survies observées en cage sont assez variables (47 à 82 %) ce qui met encore en évidence le manque de précision de cet indice (voir CR n° 2, RIDRV 89031).

Il est probable que la majorité de la mortalité provient de pertes à l'ensemencement. En effet, des survies finales de 100 % ont été enregistrées à quatre reprises ce qui prouve qu'il est possible, si les conditions d'élevage sont bonnes, de ne pas avoir de pertes en cours de croissance. Nous discuterons de ces éléments plus en détail dans le chapitre 4.

Tableau 5 : Synthèse des résultats obtenus dans les essais de prégrossissement à une densité d'environ 150 post larves par m²

N° essai	Durée (jours)	Densité initiale (ind/m ²)	Survie en cage (%)	Survie finale (%)	P.M. final (g)	Biomasse finale (g/m ²)	Indice de conv°	Rendement biologique (g/m ² /j)
1	65	158	47	78.0	0.61	75.8	2.46	1.15
2	68	150	75	89.3	0.96	129.2	1.98	1.88
3	62	151	82	100.0	0.56	84.3	2.50	1.34
4	64	157	70	71.6	0.91	102.2	2.00	1.58
5	66	153	68	95.2	0.93	136.0	2.23	2.04
6	66	150	65	100.0	0.73	113.3	1.89	1.72
7	71	151	72	100.0	1.05	174.5	1.36	2.44
8	69	152	69	93.1	0.84	117.7	2.20	1.69
9	65	152	66	100.0	0.63	101.5	2.17	1.54
10	95	151	35	51.8	1.59	124.9	2.18	1.30
11	92	150	52	49.7	2.40	178.2	1.63	1.93

3-3-Autres résultats d'élevage

L'indice de conversion moyen sur les essais de deux mois est de 2,09, valeur intéressante compte tenu de la forte biomasse finale atteinte (115 g/m² en moyenne). La large gamme obtenue (1,36 à 2,50) montre que l'on peut encore espérer le porter à moins de 2.

Le rendement est exprimé en gramme par mètre carré par jour car il s'agit de biomasse non commercialisable. Il est de 1,71 g/m²/j en moyenne (1,15 à 2,44) ce qui correspond à un rendement extrapolé de 6,24 T/ha/an.

La population récupérée à la vidange se caractérise par un très faible étalement des tailles (Figure 2) avec un mode à 35-39 mm pour toutes les population issues de prégrossissement de deux mois. Le sexage d'un échantillon de la population obtenue à la vidange a été fait dans six cas. Il a montré après test statistique que le sex ratio était de 1 avec une répartition identique des mâles et des femelles dans les différentes classes de taille représentées. Aux poids moyens obtenus, la différenciation de croissance entre mâles et femelles n'est pas encore intervenue. D'après certains auteurs elle apparaît entre 50 et 90 jours en fonction de la densité (Cohen et al., 1981; Ra'anan et Cohen, 1984).

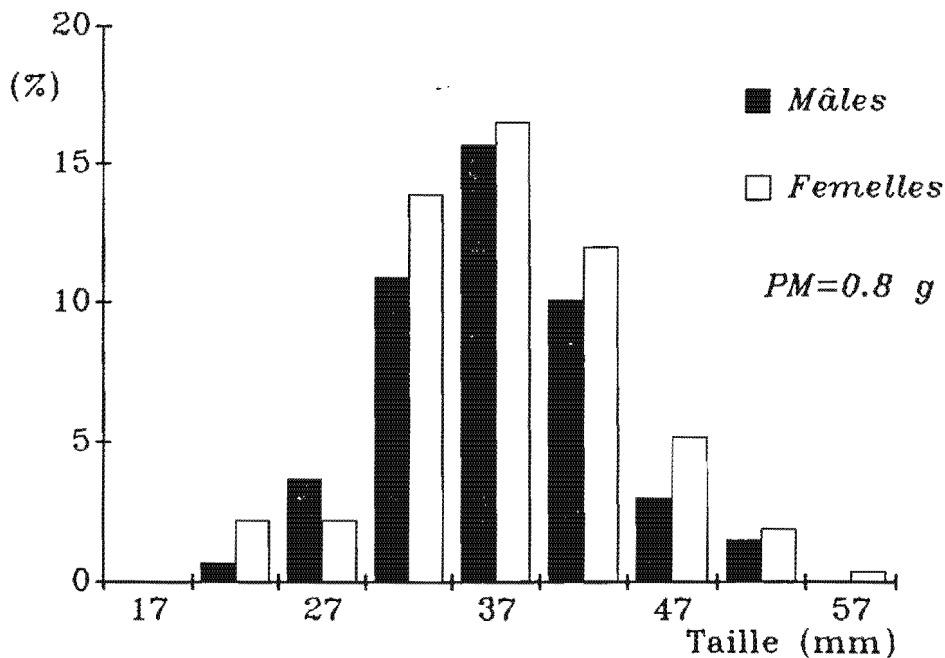


Figure 2 : Exemple d'histogramme de taille de la population obtenue à la vidange d'un prégrossissement de deux mois à 150 PL/m².

3-4-Résultats d'élevage des prégrossissements de trois mois

Deux essais de prégrossissement à 150 PL/m² pendant trois mois ont été mis en place pour évaluer la croissance qu'on pourrait obtenir sur une durée d'élevage plus longue. L'un d'eux a été mené avec l'aliment de marque Rangen (essai n°11), l'autre avec l'Ufac (n°10). Malheureusement, dans ces deux essais la survie finale fut très inférieure à ce qu'on avait enregistré pour des durées de deux mois (51,8 % et 49,7 %). Il est probable que la majorité des pertes sont intervenues dès l'ensemencement comme en témoignent les faibles survies en cages test (35 et 52 %). Aussi, dans ces deux cas, l'élevage s'est déroulé à une densité inférieure à 100 ind/m² ce qui limite les possibilités de comparaison avec les

prégrossissements de deux mois. Si l'on met en parallèle ces deux essais, on peut tout de même remarquer la meilleure croissance et le meilleur indice de conversion obtenu dans l'essai n° 11 (Figure 3). Cette croissance a ainsi permis d'atteindre une biomasse finale plus élevée et donc un meilleur rendement, les survies étant très proches.

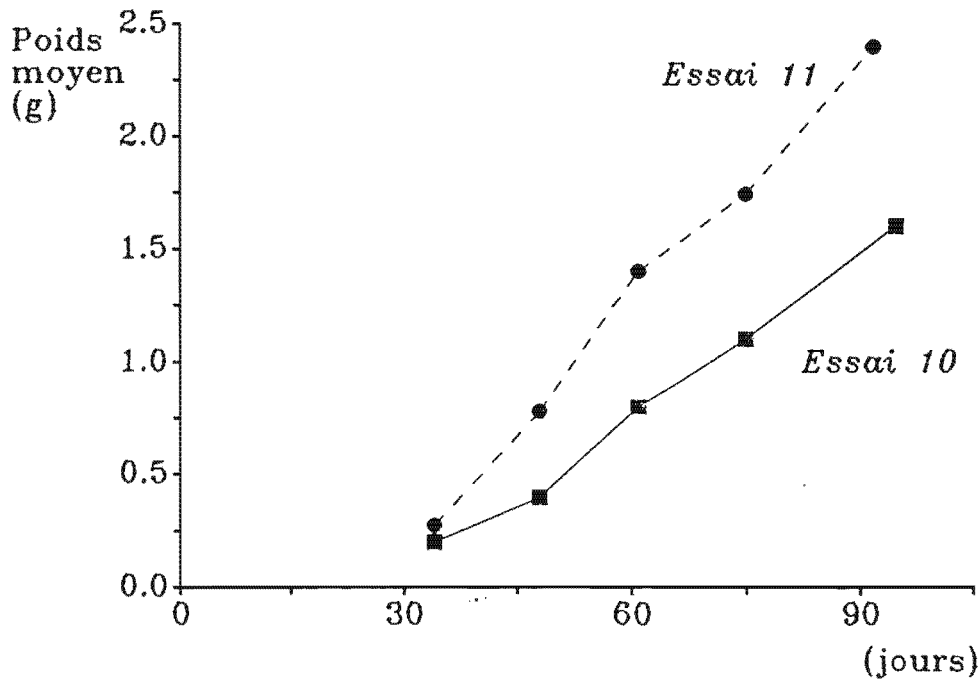


Figure 3 : Courbes de croissance obtenues lors des prégrossissements de trois mois à la densité initiale de 150 PL/m².

4-DISCUSSION

Si l'on considère l'ensemble des essais de prégrossissement à 150 PL/m² pendant deux mois, les résultats moyens sont les suivants :

- Durée : 66 jours
-
- Survie : 92 %
- Poids moyen final : 0,80 g
- Indice de conversion : 2,09
- Biomasse finale : 114,9 g/m²
- Rendement : 1,71 g/m²/jour

Malgré des protocoles d'élevage faisant intervenir des conditions variées, il n'y a pas de différences très marquées entre les essais. Le tableau 6 essaye de dégager l'influence de l'alimentation, de l'adjonction de palmes salées et de l'engazonnement sur les principaux résultats d'élevage. Les essais ont été regroupés à chaque fois selon l'utilisation ou non de l'effet étudié. La dernière colonne donne le nombre de prégrossissements ayant utilisé le

protocole considéré et rappelle les autres conditions d'élevage afin d'évaluer si des effets ont pu se combiner.

Tableau 6 : Croissance, survie et indice de conversion moyens en prégrossissement de deux mois à 150 PL/m² en fonction de trois effets.

		Survie finale(%)	Poids moyen(g)	Indice de conversion	Nombre et type d'essai
Effet palmes	Avec	91,5	0,82	2,13	6:1R + 5u 5G + 1n
	Sans	92,7	0,76	2,00	3:1R + 2u 0G + 3n
Effet gazon	Avec	92,0	0,79	2,16	5:1R + 4u 5P + 0n
	Sans	91,8	0,81	1,99	4:1R + 3u 1P + 3n
Effet Rangen	Avec	100,0	0,89	1,63	2:1P + 1n 1G + 1n
	Sans	89,6	0,78	2,22	7:5P + 2n 4G + 3n

R : Rangen / u : Ufac
P : Palmes / n : Pas de palmes
G : Gazon ou riz / n : Fond nu

Influence des palmes :

Il n'apparaît pas de différence notable de survie. Pourtant l'observation directe montre que les postlarves colonisent bien les palmes à l'ensemencement. Il semblerait donc que ce rôle de support ne permette pas d'améliorer significativement la survie. On peut penser qu'en cas de mauvaises conditions au fond du bassin, l'utilisation des palmes par les animaux leur permettra d'échapper à ces zones défavorables.

Le poids moyen final obtenu est supérieur de 7,6 % en présence de palmes. Bien que cette différence soit faible, on peut faire l'hypothèse que les salissures développées sur les supports végétaux servent de complément alimentaire aux postlarves. En effet, de nombreux auteurs ont noté l'influence bénéfique d'une source alimentaire naturelle sur la croissance (Stahl, 1979; Stanley et al., 1984; Moore et al., 1983; Balazs et al., 1976; Weidenbach, 1982). De plus, des observations effectuées dans le cadre d'un DEA ont mis en évidence un enrichissement bactérien et végétal très important au niveau du film organique développé à la surface des feuilles de cocotier, lors de leur immersion préalable dans un autre bassin. Schroeder, en 1978, a observé le même phénomène : les débris végétaux introduits dans des bassins de poissons étaient recouverts d'un film de microorganismes. Cependant, la

preuve formelle que les postlarves broutaient effectivement ce film n'a pu être apportée.

Influence de l'engazonnement :

Que l'on considère la croissance ou la survie, on ne peut pas noter de différence en présence ou en l'absence de couverture végétale du fond. Il apparaît une différence au niveau de l'indice de conversion en défaveur de l'engazonnement et du semis de riz. Il s'agit là probablement d'un artefact dû au faible nombre de valeurs car il est difficile de concevoir une influence négative de cet enrichissement sur l'indice de conversion si l'on tient compte des résultats enregistrés lors des essais préliminaires de 1988.

L'engazonnement décrit dans le compte rendu n° 4 du rapport RIDRV 90019, était très dense et faisait suite à un assec du bassin de six mois dû à une rupture de digue. Dans le cas présent, la période de pousse n'a jamais dépassé trois semaines et, notamment pour les semis de riz, on n'a jamais pu obtenir une densité végétale comparable, même à une dose de 1 T/ha de riz prégermé. Il est possible que pour obtenir l'effet spectaculaire sur la croissance observé en 1988, il faille atteindre une densité végétale suffisante ou un temps de colonisation par les microorganismes assez long pour aboutir à un véritable enrichissement biologique.

La deuxième hypothèse est qu'à ces densités, la pression trophique exercée par les postlarves soit supérieure à ce que peut fournir l'écosystème "couverture végétale du fond". Cette hypothèse de saturation du système trophique a déjà été évoquée par Hopher en 1975 à propos d'élevages de poissons en bassins de terre.

Influence du type de granulé :

L'utilisation de granulé Rangen améliore la survie, la croissance et l'indice de conversion de respectivement 11,6 %, 14,1 % et 26,6 %. Cependant il convient d'être prudent, notamment pour la survie finale, en raison du faible nombre d'essais avec ce granulé.

Si l'on considère les deux essais de trois mois (n° 10 et 11), malgré une densité d'élevage inférieure due à une mauvaise survie, les résultats sont identiques. On constate en effet une amélioration de la croissance et de l'indice de conversion sur granulé Rangen. Cette bonne croissance a pu être obtenue malgré une forte biomasse finale (178 g/m²). Ceci confirme les observations déjà faites lors des essais de prégrossissement en 1988 : la qualité du granulé, et notamment son taux de protéines, semble permettre la poursuite d'une croissance normale malgré une biomasse en élevage qui aurait dû la limiter. Stanley, en 1984, avait fait des observations allant dans le même sens. A forte biomasse, il obtenait la meilleure croissance avec le granulé ayant la plus forte teneur en protéines, alors qu'à faible biomasse, les deux granulés induisaient le même accroissement pondéral.

Pour étayer cette hypothèse, on peut se référer à un essai effectué en 1989 sur granulé Rangen qui visait à poursuivre la croissance d'une population issue d'un prégrossissement. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Densité initiale : 167 ind/m²
- Poids moyen initial : 1,05 g
- Biomasse initiale : 175 g/m²
- Durée d'élevage : 21 jours
- Poids moyen final : 1,75 g
- Survie finale : 89,6 %
- Biomasse finale : 261 g/m²

Il apparaît qu'à ces biomasses très élevées, on a pu obtenir une croissance de 1 g/mois avec une survie acceptable grâce à l'utilisation d'un granulé de bonne qualité. Notre expérience dans ce domaine avait montré qu'avec un granulé ordinaire de type Ufac, la croissance est fortement atténuée lorsqu'on approche d'une biomasse de 130 à 150 g/m².

Survie :

L'obtention d'une survie finale de 100 % dans plusieurs essais suggère qu'avec de bonnes conditions d'élevage, il n'y a pas de mortalité au cours de la croissance. Ainsi, l'essentiel des pertes d'animaux interviendrait au moment de l'ensemencement, phase rendue critique à cause du changement de milieu.

Le protocole d'ensemencement utilisé permet d'obtenir une bonne survie pour trois raisons principales :

-L'absence de prédateurs est garantie : l'eau du fleuve est filtrée au travers d'une toile de maille 500 μ , ce qui empêche l'introduction d'alevins de poissons carnassiers. De plus, la mise en eau intervenant 24 à 48 h avant l'ensemencement, les oeufs de poissons ou les larves de libellules n'ont pas le temps de se développer. L'introduction d'adultes à raison de 1 pour 10 m² est donc une sécurité dont on peut éventuellement se passer.

-Le milieu est bien équilibré : le mélange pour moitié d'eau de fleuve et d'eau verte de bassin permet d'obtenir un milieu à la physico-chimie stable. Ainsi même en saison sèche, on n'observe pas de fortes fluctuations du pH ou de l'oxygène, comme on en enregistre quasi systématiquement en système continu à cette période. La faible biomasse et donc l'activité biologique réduite favorisent aussi le maintien de la physico-chimie dans une fourchette acceptable.

-Le lâcher des postlarves s'effectue au meilleur moment, c'est-à-dire le soir lorsque le pH est dans sa phase descendante. Ainsi, les postlarves disposent de toute la nuit pour s'acclimater progressivement aux conditions de leur nouveau milieu.

Dans ces conditions, on peut alors se poser la question de savoir pourquoi les deux essais de trois mois (n° 10 et 11) ont eu une si mauvaise survie. Les valeurs de survie enregistrées en cages test (35 et 52 %) laissent à penser que la mortalité est intervenue à

l'ensemencement. En effet dans le CR n° 2 du rapport RIDRV 89031, on estimait à environ 65 % le seuil en dessous duquel la survie en cage indiquait une mauvaise survie lors de l'ensemencement.

Remarque :

Pour trouver une explication à ces mauvaises survies, on peut faire un parallèle avec les essais de phase d'acclimatation (CR n° 1). Dans ces essais, les survies médiocres enregistrées en saison des pluies ont été attribuées à une modification de la qualité de l'eau de fleuve. Or dans les prégrossissements de deux mois, on obtient une survie finale moyenne de 98,3 % en saison sèche (essais n° 6 à 9) et de 86,8 % en saison des pluies (essais n° 1 à 5). Par ailleurs, les deux essais de trois mois ont débuté en pleine saison des pluies. Compte tenu de l'analogie entre les modes de préparation de l'eau d'accueil en sas et en prégrossissement, on peut se demander si le même phénomène ne peut pas intervenir à un degré moindre en bassin de terre.

5-CONCLUSION

Une série de prégrossissements de deux mois effectués à une densité de 150 PL/m² a montré que l'on pouvait obtenir un poids moyen final de 0.8 g avec une survie de 92 %.

La croissance est améliorée par la mise en place de palmes végétales suspendues dans la colonne d'eau et préalablement "salies" pendant une quinzaine de jours en bassin.

Des essais préliminaires effectués en 1988 à une densité de 50 PL/m² avaient fait apparaître une croissance une fois et demi supérieure lorsqu'on favorisait la productivité naturelle benthique par le développement d'un gazon spontané sur le fond avant la mise en eau. A des densités de 150 PL/m², le même effet n'a pu être obtenu ni avec un gazon ni avec un semis de riz. La cause réside probablement dans la trop faible densité végétale due à un temps de préparation plus court (environ 15 jours).

Par contre les résultats obtenus avec un granulé haut de gamme confirment que la qualité de l'alimentation artificielle engendre un gain significatif de la croissance et de l'indice de conversion. Cela se traduit aussi par l'obtention d'une biomasse plus élevée qu'avec un granulé standard. Ainsi, la croissance n'est pas altérée malgré une biomasse finale pouvant atteindre voire dépasser 200 g/m² alors que généralement elle est ralentie quand la biomasse dépasse 150 g/m².

Ces résultats suggèrent que dès l'émergence d'une biomasse importante, il importe d'utiliser un granulé de bonne qualité à forte teneur protéique afin de poursuivre la croissance au delà du seuil habituellement critique de biomasse. Bien qu'aucun effet n'ait pu être observé sur la survie, il est recommandé de suspendre des palmes végétales dans le bassin, pour fournir des supports aux postlarves en cas de conditions difficiles lors de l'ensemencement; de plus, les salissures se développant à leur surface fournissent probablement un complément d'alimentation aux animaux car leur croissance est légèrement meilleure en leur présence.

Grâce à ces améliorations et d'après les résultats déjà enregistrés, on peut estimer pouvoir obtenir un poids moyen final proche de 1 g et un indice de conversion d'environ 1,8 au bout de deux mois d'élevage à 150 PL/m².

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Balazs G.H., Ross E., 1976. Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 7, 299–313.

Fair P.H., Fortner A.R., 1981. The role of formula feeds and natural productivity in culture of the prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 24, 233–243.

Hepher B., 1975. Supplementary feeding in fish culture. In Proc. Ninth Inter. Cong. Nutrition, Mexico, 1972. 3, 183–198.

Miltner M., Cange S., Perry W.G. and Avault J.W., 1983. Rice straw as feed supplement for *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. *Proc. World Maricul. Soc.*. 14, 170–173.

Moore L.B., Stanley R.W. and Malecha S.R., Not avail.. The effect of pelleted and not pelleted feed on the growth of juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Draft copy, 23 pp.

Schroeder G.L., 1978. Autotrophic and heterotrophic production of micro-organisms in intensively-manured fish ponds, and related fish yields. *Aquaculture*. 14, 303–325.

Scuder K.M., Pasanello E., Krafur J. and Ross K., 1981. Analysis of locomotory activity in juvenile giant Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Crustaceana* 40 : pp 31–35.

Stahl M.S., 1979. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World Maricul. Soc.*. 10, 92–109.

Stanley R.W., Moore L.B. and Malecha S.R., 1984. Research and development strategies for nutrition and feeding of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. University of Hawaii Sea Grant College Program. 6, 2, 1–6.

Weidenbach R.P., 1982. Dietary components of freshwater prawns reared in Hawaiian ponds. In : M.B. New (Editor), *Giant Prawn Farming. Developments in Aquaculture and fisheries Sciences*, 10. Elsevier Publishing Co., Amsterdam. pp : 257–267.

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N°3

LES SCHEMAS D'ELEVAGE EN DISCONTINU :

PHASE DE GROSSISSEMENT DE 1 A 6 g

1-INTRODUCTION

Dans la mise au point de schémas d'élevage en discontinu, il est apparu nécessaire de produire des individus de 5 à 10 g de poids moyen pour ensemer les bassins de grossissement. Pour obtenir des juvéniles de cette taille, il n'est pas intéressant d'employer un prégrossissement classique; en effet, les densités faibles qu'il faudrait utiliser pour atteindre un poids moyen élevé ne permettent pas d'avoir une biomasse suffisante en début d'élevage. La surface du bassin serait donc sous-utilisée. Nous savons comment produire des individus de 1 gramme environ grâce au prégrossissement à haute densité (voir Compte Rendu n°2). Il était logique de tester une phase de grossissement intermédiaire permettant d'amener ces juvéniles de 1 g à un poids moyen de 5 à 7 g. Cette phase est communément appelée phase 1 de grossissement.

Ce grossissement intermédiaire se justifie aussi par l'allure de la courbe de croissance dans cette gamme de poids moyen. En effet, celle-ci a une pente encore assez faible, ce qui nécessite d'employer des densités relativement élevées pour obtenir un bon rendement en terme de production de biomasse.

Par ailleurs, à ces poids moyens, peu d'individus ont atteint la taille de la maturité sexuelle aussi les interactions sociales qui sont susceptibles de limiter la croissance ne sont pas encore très fortes. Ainsi, on peut utiliser des densités intermédiaires entre celles généralement rencontrées en prégrossissement (>100 ind/m²) et en grossissement (<15 ind/m²).

2-MATERIEL ET METHODE

L'ensemble des essais de phase 1 de grossissement se sont déroulés dans des bassins en terre de 500 m² à la station expérimentale de Kourou. Les bassins n'ont reçu aucune fertilisation organique ni minérale et n'ont pas fait l'objet d'une préparation préalable du sol hormis un amendement calcique à la mise en eau à hauteur de 0,8 T/ha de gypse (CaSO₄).

Ils sont renouvelés à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 à 10 % du volume par jour; il est ajusté en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques. Pour chaque essai, un aérateur de type AireO2 de 0,5 CV fonctionne en séquence de nuit (0h à 6h du matin). Le suivi des paramètres physico-chimiques est effectué quotidiennement : oxygène et température le matin, pH le soir. Les valeurs consignées dans le tableau 1 constituent les moyennes mensuelles des relevés au fond des bassins.

Tableau 1 : Valeurs mensuelles moyennes des paramètres physico-chimiques suivis pendant les phases 1 de grossissement

N°	Bassin	Paramètre	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4
1	B4	pH	6,6	7	7,2	6,9
		Oxygène (mg/l)	6,6	5,9	4,8	4,7
		Température (°C)	27,6	27,9	27,8	28,1
2	B1	pH	6,4	6,9	7,3	6,5
		Oxygène (mg/l)	6,5	5,7	5,5	5,5
		Température (°C)	27,3	27,7	27,9	27,4
3	B2	pH	6,6	7,1	7,0	6,4
		Oxygène (mg/l)	6,5	5,4	4,8	4,3
		Température (°C)	27,5	27,4	27,8	28,0
4	B2	pH	7,0	7,9	7,3	6,6
		Oxygène (mg/l)	5,7	6,0	4,8	3,9
		Température (°C)	26,0	27,2	28,0	27,3
5	B4	pH	6,7	8,3	7,4	6,6
		Oxygène (mg/l)	5,9	6,2	5,3	5,3
		Température (°C)	26,5	27,4	27,8	27,1
6	B2	pH	7,8	7,7	7,5	7,6
		Oxygène (mg/l)	6,2	6,8	5,1	4,5
		Température (°C)	28,0	27,8	27,3	28,5

Le cheptel est nourri manuellement, à la tombée de la nuit, six jours sur sept avec un granulé standard titrant 30 % de protéines et 2,5 % de lipides. La ration alimentaire est calculée au départ grâce à la connaissance de la biomasse introduite et à l'utilisation d'un taux de nutrition fonction du poids moyen des animaux. L'ajustement de la ration est fait selon la consommation du cheptel grâce à l'observation quotidienne des restes d'aliment sur deux mangeoires disposées en zone profonde et peu profonde du bassin. Ainsi, pour des poids moyens initiaux de 0,6 à 1,6 g, on utilise un taux de nutrition de 5 à 7 % de la biomasse.

Les animaux introduits dans la phase 1 proviennent tous d'essais de prégrossissement à des densités d'environ 150 PL/m² sur des durées allant de 60 à 90 jours. Le poids moyen de transfert est mesuré à partir d'un échantillon constitué de prélèvements d'animaux à différents moments du transfert (début, milieu, fin) afin d'obtenir une bonne précision. En effet, au cours d'une vidange, le poids moyen des individus varie parfois de façon importante.

Le cheptel est échantillonné deux fois par mois à la senne de maille 6 mm. Les animaux sont mesurés individuellement et classés selon leur morphotype quand leur taille dépasse 60 mm (5 g environ). Ils sont pesés globalement pour connaître leur poids moyen. Les données acquises sont les suivantes :

- Histogramme de fréquence de taille
- Poids moyen
- Coefficient de variation sur la longueur
- Pourcentage de chaque morphotype quand cette caractéristique est observable

La gestion du cheptel est identique pour les essais 1, 3, 4, 5 et 6. Dans l'essai n°2, deux pêches sélectives à la senne de maille 14 mm ont été faites à j 44 et j 70 afin d'étudier l'influence d'un prélèvement sélectif des plus gros animaux en cours d'élevage. Ce point sera discuté plus loin.

3-RESULTATS

Le tableau 2 récapitule les performances des différents essais de phase 1 de grossissement.

3-1-Croissance et biomasse par unité de surface

La figure 1 montre que pour des densités de 20 à 34 individus par mètre carré, la croissance est comparable : elle est de 1,64 g/mois en moyenne (1,58 à 1,80 g/mois). Il semblerait qu'il n'y ait donc pas d'effet sensible de la densité sur la croissance dans ces conditions d'expérimentation.

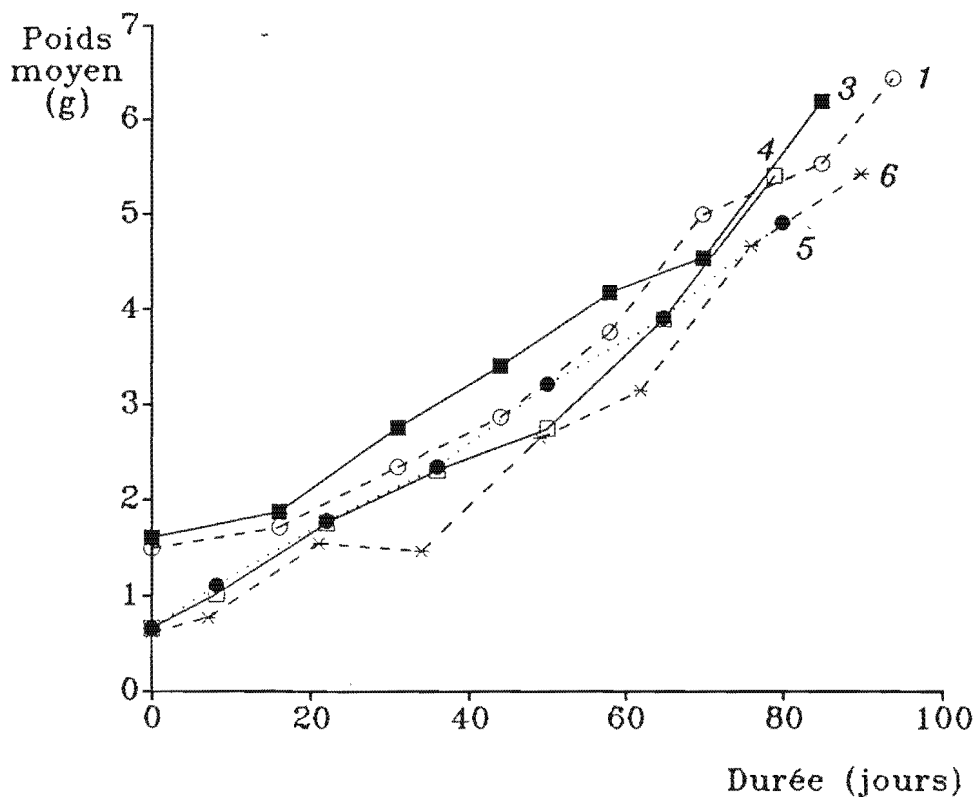


Figure 1 : Courbes de croissance des essais de phase 1 n'ayant pas subis de pêches sélectives.

Tableau 2 : Principaux résultats obtenus en phase 1 de grossissement dans la gamme de croissance allant de 0,6 à 7 g.

N° d'essai	1	2	3	4	5	6
N° bassin	B4	B1	B2	B2	B4	B2
Début d'élevage	14/05 1990	14/05 1990	14/05 1990	15/01 1990	15/01 1990	20/04 1989
Durée (jours)	94	91	87	79	80	90
Densité (ind/m ²)	20,3	26,1	30,0	31,0	31,0	34,0
Croissance (g/mois)	1,58	1,81	1,62	1,80	1,59	1,61
Poids moyen initial (g)	1,50	1,63	1,61	0,66	0,66	0,61
Poids moyen final (g)	6,44	7,12*	6,30	5,41	4,91	5,43
Biomasse finale (g/m ²)	110,8	60,1*	152,3	139,7	122,0	159,5
Taux de survie (%)	84,9	83,3	80,7	83,3	80,2	86,2
Indice de conversion	4,17	2,40	3,15	1,95	2,68	3,00
Rendement (g/m ² /j)	0,85	1,23	1,19	1,51	1,27	1,54

* : ces valeurs tiennent compte des deux pêches sélectives au filet de maille 14 mm.

La biomasse finale est importante (136,9 g/m² en moyenne) et n'a pas provoqué d'infléchissement de la courbe de croissance. En phase 2 de grossissement, pour des poids moyens finaux de l'ordre de 30 g, la croissance est rapidement limitée par la biomasse par unité de surface. Dès que l'on atteint 80 à 100 g/m², le gain pondéral est fortement atténué voire nul et il apparaît des indices de fortes interactions sociales entre les individus (mâles à pinces bleues de petite taille, petites femelles grainées : Cohen et al., 1981). Dans nos essais de phase 1, ce phénomène n'est pas apparu et on pourrait conclure que, dans cette gamme de taille, les interactions sociales sont limitées, ce qui nous permet de tolérer des biomasses plus fortes qu'en grossissement sans que la croissance en soit affectée.

En ce qui concerne l'essai n°2 (Figure 4), si l'on tient compte du poids moyen des animaux récoltés à la senne sélective, le poids moyen final est de 7,12 g ce qui correspond à une croissance de 1,81 g/mois. Cette valeur est légèrement supérieure aux autres car en prélevant les gros individus dominants au fur et à mesure de leur apparition, on favorise la croissance de la population grâce à la croissance compensatoire (Ra'anan, 1985). Par ailleurs, ce mode de gestion présente un autre avantage : les animaux récoltés à la maille sélective sont transférés en phase finale de grossissement avant la fin de la phase 1. Ils atteignent ainsi la taille commerciale plus tôt que des juvéniles maintenus en phase 1 jusqu'à sa vidange.

3-2- Survie

Dans tous les essais, y compris celui où on a fait intervenir des pêches sélectives, la survie finale est comparable (Tableau 2). Elle est en moyenne de 83,1 % pour une durée d'élevage de 87 jours, ce qui correspond à une survie mensuelle de 93,8 %. Cette valeur est conforme à ce qu'on a l'habitude de rencontrer dans les conditions d'élevage de la station de Kourou (environ 6 % de mortalité mensuelle).

Il est important de noter que la survie est normale malgré la forte biomasse finale. En effet, si l'on reprend la comparaison avec une phase de grossissement classique, cela montre que les animaux de cette taille peuvent accepter ces densités et ces biomasses d'élevage sans aggravation de la mortalité. En phase de grossissement, on a coutume d'observer des mortalités, frappant plutôt les gros animaux mous, dès que l'on approche d'une biomasse de 80 g/m².

La survie enregistrée dans l'essai n°2 est identique à la survie moyenne des autres essais de phase 1, ce qui semble montrer que les deux doubles coups de filet passés dans le bassin ne provoquent pas de mortalité supplémentaire.

La grande homogénéité des survies observées est un élément positif en terme de maîtrise de cette phase d'élevage. Elle montre que dans des conditions standards, la mortalité "naturelle" est constante. Dans le cadre de la mise au point d'un schéma d'élevage discontinu multiphase, c'est un résultat important car il est nécessaire de planifier le nombre d'individus qui sera récupéré à la vidange du bassin, afin d'ensemencer la phase suivante à la densité prévue.

3-3- Indice de conversion

Les indices de conversion obtenus vont de 1,95 à 4,17 soit une moyenne de 2,89. Ces résultats sont corrects et montrent qu'on peut difficilement descendre en dessous de 2 avec des animaux de cette taille et ce type d'aliment.

Nous avons à plusieurs reprises signalé le gain que l'on peut attendre d'un granulé plus performant (mais plus cher). A faible biomasse, la croissance est comparable quelle que soit la qualité du granulé. Mais dès qu'on dépasse un certain seuil, la croissance ne peut continuer normalement que si l'on distribue un aliment de meilleure qualité avec notamment un taux de protéines plus élevé (voir le Compte Rendu n° 2 de ce rapport et le Compte Rendu n° 4 du rapport RIDRV 90019). On obtient finalement un gain significatif au niveau de l'indice de conversion que l'on peut estimer entre 20 et 30 %.

En phase 1 comme en phase finale de grossissement, notre démarche a donc été d'utiliser un granulé de qualité ordinaire que pourrait se procurer n'importe quel aquaculteur de la

En phase 1 comme en phase finale de grossissement, notre démarche a donc été d'utiliser un granulé de qualité ordinaire que pourrait se procurer n'importe quel aquaculteur de la région.

3-4-Population obtenue

On voit sur la figure 2 que l'histogramme de taille de la population produite en phase 1 est déjà assez étalé. Les coefficients de variation sur la longueur vont de 17 % à 22 % (moyenne : 20 %) pour les essais n° 1, 3, 4, 5 et 6. On obtient la valeur la plus basse dans l'essai n°2 (16 %) à cause de l'intervention de pêches sélectives qui écrèment la population par le haut, limitant ainsi l'apparition des grandes tailles.

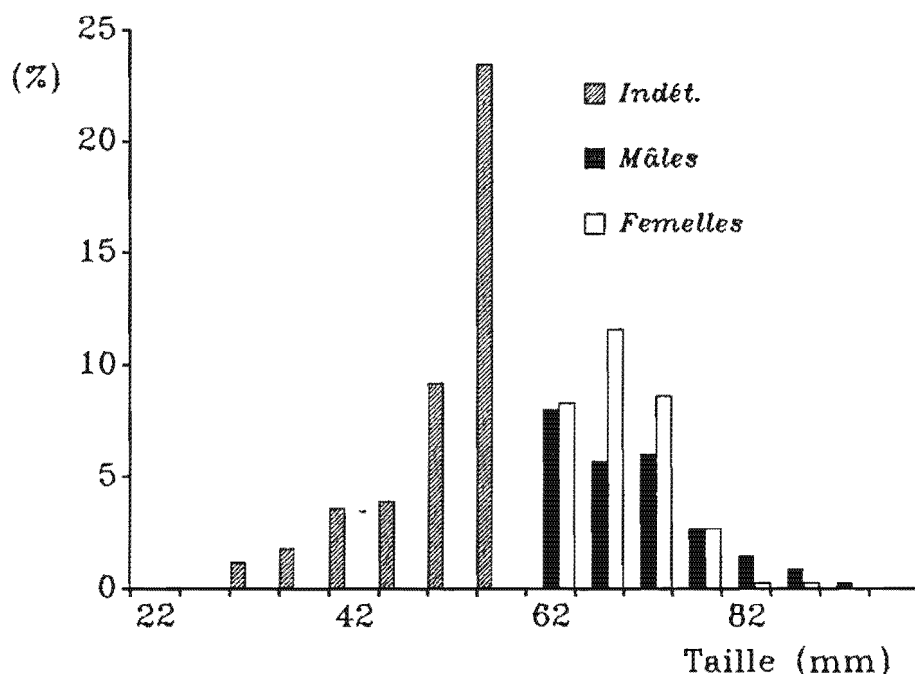


Figure 2 : Histogramme de taille d'une population issue d'une phase 1 de grossissement.

L'étalement de la population est un élément important car dans l'optique d'un tri par la taille, il permet de constituer des lots homogènes plus facilement.

Pour les poids moyens finaux obtenus, le pourcentage d'individus de taille supérieure à 60 mm va de 43 à 57 %. Dans cette partie de la population, il apparaît déjà des morphotypes différenciés. Il est intéressant de noter que malgré la forte biomasse en fin d'élevage, on n'observe pas d'indice de fortes interactions sociales (petits mâles à pinces bleues, petites femelles grainées). Il semble donc que même à 140 g/m², la population soit en mesure de continuer à grossir et ce malgré les faiblesses connues de l'aliment artificiel.

3-5-Rendement

L'unité de rendement utilisée pour des phases productrices d'animaux non commercialisables est le gramme/m²/jour. On réserve plutôt l'unité Tonne/ha/an aux phases commerciales, ou à un schéma d'élevage complet, mais la correspondance entre les deux unités est directe.

une croissance individuelle moyenne combinée avec une densité finale, elle même dépendante de la densité initiale et de la survie.

Ces chiffres montrent que cette phase est forte productrice de biomasse et se situe entre les valeurs obtenues en pré-grossissement (1,7 g/m²/j en moyenne) et celles obtenues en grossissement final (0,5 à 0,7 g/m²/j).

Ainsi, la phase 1 de grossissement permet d'obtenir un fort rendement malgré une courbe de croissance assez aplatie. Cet avantage découle de la densité importante qu'on peut encore utiliser grâce à la modération des interactions sociales à ces tailles.

4-DISCUSSION

L'intérêt de l'intégration d'une phase 1 de grossissement dans un schéma discontinu à plusieurs phases réside dans le fort rendement obtenu. En effet, si l'on compare le gain de biomasse en phase 1 et en phase finale de grossissement pour la même portion de la courbe de croissance de 1 à 6 g, le meilleur résultat est obtenu en phase 1 grâce à la densité plus forte. Le rendement moyen en phase 1 est de 1,27 g/m²/jour alors que dans les grossissements démarrant avec des juvéniles de 1g (densités de 4 à 12 ind/m²) on obtient des rendements allant de 0,37 à 1,18 g/m²/jour (moyenne : 0,77). Ainsi l'obtention des mêmes individus de 6 g se fait avec une meilleure efficacité, mesurée ici en termes de rendement.

L'obtention de ce meilleur rendement est la traduction du comportement social de la population dans cette gamme de taille. En effet, durant cette phase, les interactions sociales se mettent en place progressivement. Les morphotypes qui y sont associés n'apparaissent qu'en fin d'élevage.

Le deuxième intérêt majeur réside dans l'obtention d'une population aux caractéristiques utilisables pour un tri selon un critère de taille. L'histogramme de fréquence de taille de fin d'élevage fait apparaître un étalement suffisant de la population pour envisager de la séparer en plusieurs lots, intervention techniquement impossible avec des juvéniles de 1g issus d'un pré-grossissement à haute densité (voir Compte Rendu N°2). La figure 3 montre qu'à partir d'une population de 6,3 g de poids moyen, l'emploi d'une trieuse avec des grilles de 11 mm et 14 mm d'espacement permet d'obtenir trois lots de taille homogène.

Pour l'instant, aucune trieuse n'est satisfaisante pour trier des populations importantes de plusieurs milliers d'individus. Aussi, nous nous sommes tourné vers l'emploi de senne à maille sélective pour constituer ces lots avec un décalage dans le temps (Figure 4).

Le devenir des lots ne sera pas étudié ici car l'objet de l'essai n°2, où une senne de 14 mm de maille a été testée, était de connaître l'influence des pêches sélectives sur les performances de la phase 1. Il apparaît que la survie et le rendement sont inchangés, alors que dans le même temps, la croissance et l'indice de conversion sont améliorés respectivement de 20 et 10 % par rapport aux autres essais. Ces améliorations découlent naturellement du prélèvement sélectif au filet qui limite la biomasse au mètre carré à un niveau plus bas, favorisant ainsi le gain de poids et la transformation de l'aliment en chair. De plus, même si les interactions sociales sont peu marquées, il existe déjà des individus dominants et dominés (Malecha et al., 1981, Ra'anan, 1982). Ainsi, le prélèvement des gros animaux dominants stimule sur la croissance des autres par le phénomène de croissance compensatoire, même chez ces animaux de petite taille.

dominants et dominés (Malecha et al., 1981, Ra'anan, 1982). Ainsi, le prélèvement des gros animaux dominants stimule sur la croissance des autres par le phénomène de croissance compensatoire, même chez ces animaux de petite taille.

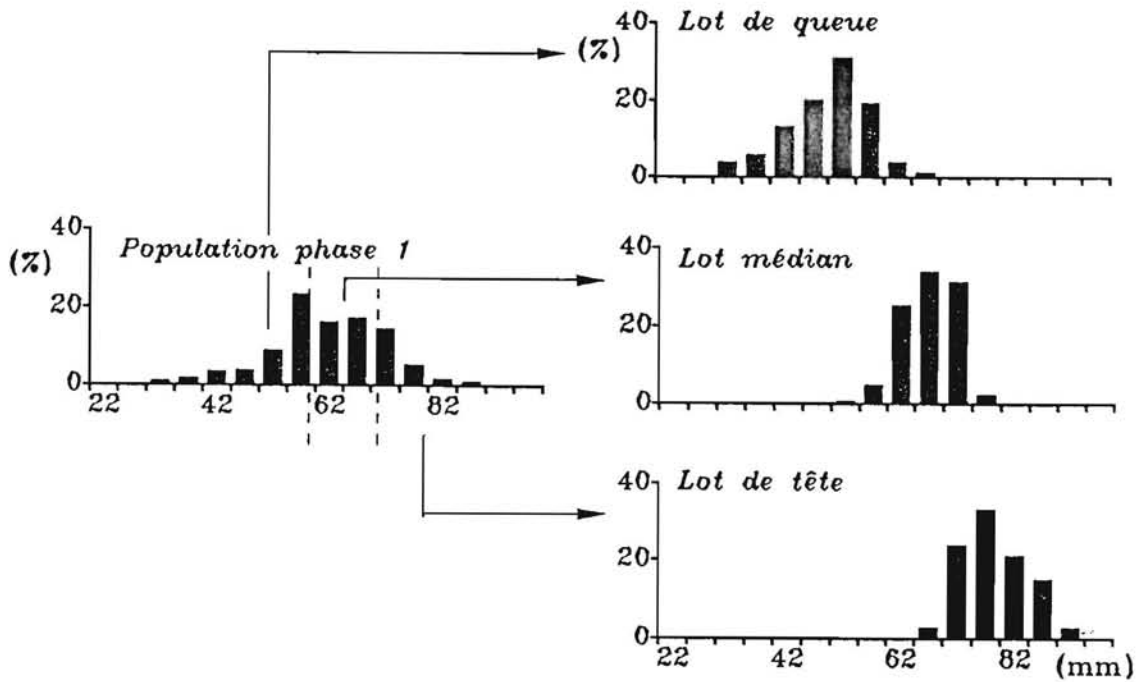


Figure 3 : Lot de tête, lot médian et lot de queue obtenus à la suite d'un tri effectué sur une population issue d'une phase 1 de grossissement.

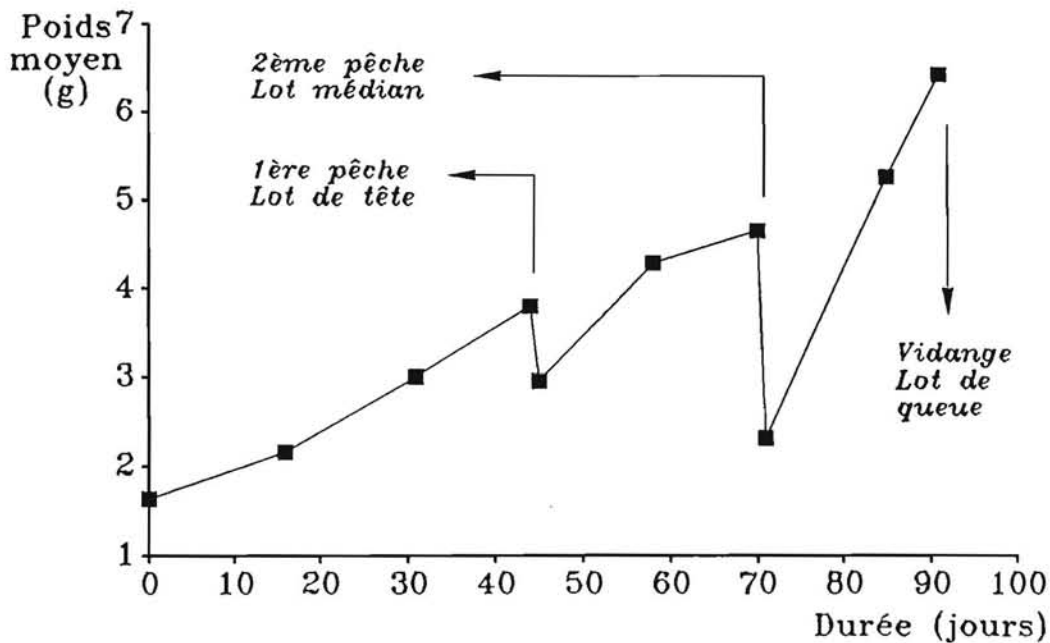


Figure 4 : Courbe de croissance d'une phase 1 de grossissement faisant intervenir des pêches sélectives pour constituer des lots de taille homogène.

5-CONCLUSION

On peut considérer que la phase de grossissement de 1 à 6 g est techniquement fiable dans les conditions expérimentales utilisées :

- Densité : 20 à 35 ind/m²
- Poids moyen initial : 1 g
- Durée : 3 mois

Les résultats obtenus sont suffisamment homogènes pour permettre d'envisager le transfert aux producteurs. Les moyennes observées sont :

- Survie finale : 83,3 %
- Croissance : 1,67 g/mois
- Indice de conversion : 2,9
- Rendement : 1,27 g/m²/jour (soit 4,64 T/ha/an)

Dans un schéma discontinu multiphase, cette phase participe pour une part importante au rendement global d'une ferme. En effet, les juvéniles sont grossis jusqu'à un poids moyen de 6 g en utilisant des densités encore fortes grâce à la faiblesse des interactions sociales. Ainsi, on obtient un fort rendement alors que dans une phase de grossissement finale pour la même portion de la courbe de croissance, le rendement obtenu est plus faible à cause d'une densité moindre.

De plus, la dispersion des tailles dans la population obtenue permet d'envisager un tri afin de constituer pour la phase finale de grossissement des lots d'individus de taille plus homogène et aux performances de croissance supérieures. Cette sélection, faite à l'aide d'une senne sélective adaptée, a permis de mettre en évidence des gains au niveau de la croissance et de l'indice de conversion en phase 1. Cette technique offre l'avantage de transférer en grossissement les lots au fur et à mesure de leur émergence et de gagner ainsi du temps sur le grossissement.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Brody T., Cohen D., Barnes A. and Spector A., 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in temperate zone aquaculture. *Aquaculture*, 21 : 375–385.

Cohen D., Ra'anan Z. and Brody T., 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *J. World Maricul. Soc.* 12(2) : 231–243.

Karplus I., Hulata G., Wohlfarth G. W. and Halevy A., 1986. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. I. Dividing the population into two fractions. *Aquaculture*, 56 : 257–270.

Malecha S.R., 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In J.R. Moore and J.P. McVey (editors), *CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp : 231–259.

Malecha S.R., Bigger D., Brand T., Levitt A., Masuno S. and Weber G., 1981. Genetic and environmental sources of growth pattern variation in the cultured freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Draft copy, pres. at World Conference on Aquaculture, Sept. 21–25, 1981, Venice, Italy.

Ra'anan Z. and Cohen D., 1985. The ontogeny of social structure in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. pp.277–311. In: A. Wenner and F.S. Schram (eds). *Crustaceans Issues II: Crustacean Growth*. A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Sandifer P.A., Smith T.I.J., Jenkins W.E. and Stokes A.D., 1983. Seasonal culture of freshwater prawns in south carolina. In J.R. Moore and J.P. McVey (editors), *CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp : 189–204.

Smith T.I.J., Sandifer P.A., Jenkins W.E. and Stokes A.D., 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *Proc. World Maricul. Soc.*, 12(1) : 233–250.

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 4 :

ELEVAGE DE POPULATIONS MONOSEXES

MALES ET FEMELLES

1-INTRODUCTION

Dans une population mixte de *Macrobrachium*, les interactions sociales qui se mettent en place au cours du grossissement sont liées pour une grande part à des phénomènes sexuels (Ra'anan et Cohen, 1985). L'activité de reproduction au sens large, depuis l'agressivité entre les mâles pour l'accès aux femelles, jusqu'à l'entretien des oeufs par celles-ci, est consommatrice d'énergie. Cette consommation d'énergie se faisant au détriment de la croissance, on peut attendre des élevages de population monosexes des performances accrues. De plus, le mode de croissance des mâles et des femelles est très différent dans une population mixte :

- Croissance rapide et hétérogène des mâles soumise au phénomène de croissance compensatoire
- Croissance lente et homogène des femelles

Ainsi, en élevant chaque sexe séparément, on doit pouvoir gérer chaque population de la façon la plus appropriée.

Lors de l'essai préliminaire d'élevage de population monosexes femelle en 1988, l'acquisition de connaissances sur les schémas de gestion de la population était en cours, ce qui ne nous avait pas permis d'exploiter ce type d'élevage au maximum de ses possibilités. Au terme du programme expérimental de la station de Kourou, nous sommes plus en mesure d'évaluer les performances de ces populations par comparaison avec des élevages mixtes classiques.

Il était donc intéressant de tester ce mode d'élevage en utilisant un protocole standard et une procédure d'élevage issue des travaux menés sur les schémas de grossissement. Ainsi, il sera possible de comparer leurs performances avec des critères habituels d'évaluation en tant que système d'élevage à part entière.

2-MATERIEL ET METHODE

Les phases de grossissement des deux populations mâle et femelle se sont déroulés dans deux bassins en terre de 500 m² chacun. Le grossissement d'une population mixte servant de référence a eu lieu dans un bassin de 2500 m² géré de façon identique. La procédure utilisée suit un mode séquentiel déjà testé sur la station (Figure 1). Les pêches sélectives sont effectuées à l'aide d'une senne de maille 25 mm.

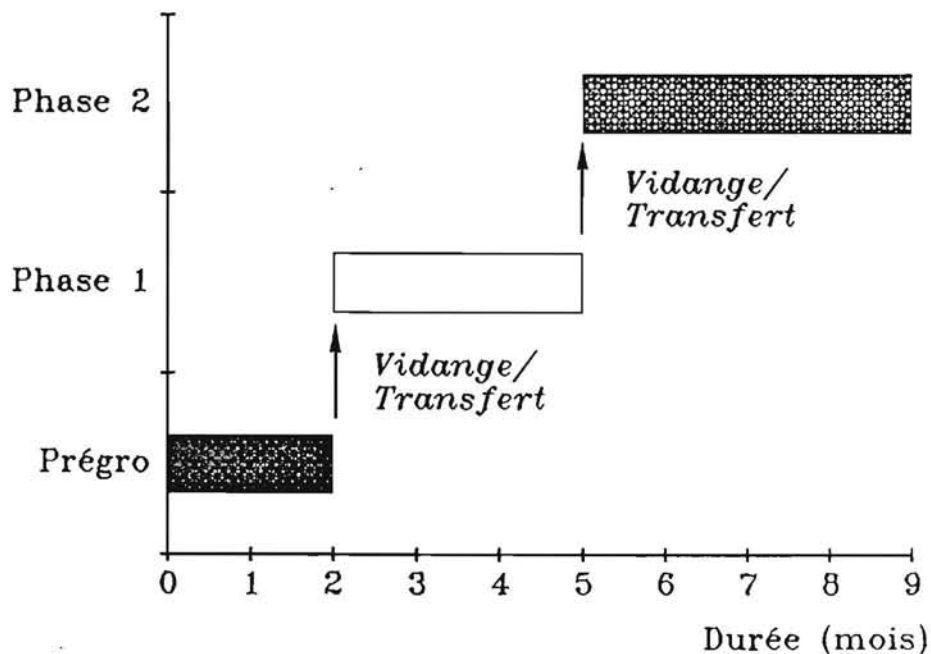


Figure 1 : Schéma d'élevage séquentiel utilisé pour constituer les lots monosexes et la population de référence.

Les juvéniles issus de la phase 1 ont été transférés directement dans le bassin de grossissement dans le cas du témoin. Pour les élevages monosexes, le tri manuel entre les mâles et les femelles a été fait par l'observation des orifices génitaux.

Le cheptel est nourri à la main, à la tombée de la nuit, 6 jours sur 7 avec un granulé standard titrant 30 % de protéines et 2,5 % de lipides. La ration alimentaire est calculée au départ grâce à la connaissance de la biomasse introduite et à l'utilisation d'un taux de nutrition fonction du poids moyen des animaux. Par la suite, l'ajustement de la ration est fait selon la consommation du cheptel grâce à l'observation quotidienne des restes d'aliment sur deux mangeoires disposées en zone profonde et peu profonde du bassin.

Le relevé des paramètres physico-chimiques (oxygène et température le matin, pH le soir) est fait tous les jours; les moyennes mensuelles sont consignées dans le tableau 1. Le renouvellement de l'eau des bassins est effectué à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou, à raison de 5 à 10% du volume par jour, en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques. Les bassins sont oxygénés à l'aide d'aérateurs de type AireO₂ fonctionnant de 0 heure à 6 heure du matin.

Le cheptel est échantillonné deux fois par mois à la senne de maille 6 mm. Les animaux sont mesurés individuellement et classés selon leur morphotype (mâles à pinces bleues, orange ou claires, femelles grainées ou non). Les données acquises sont les suivantes :

- Histogramme de fréquence de taille
- Poids moyen
- Part de chaque morphotype dans l'échantillon
- Coefficient de variation sur la longueur

Tableau 1 : Valeurs mensuelles moyennes des paramètres physico-chimiques suivis pendant l'élevage.

	Paramètre	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4
B1	pH	7,91	8,14	7,29	6,28
	Oxygène (mg/l)	5,94	5,15	4,30	3,85
	Température (°C)	28,6	28,4	28,4	29,0
B4	pH	7,51	8,45	7,21	6,47
	Oxygène (mg/l)	5,93	5,63	4,80	4,71
	Température (°C)	28,3	28,7	28,5	28,8
B5	pH	6,94	8,45	8,39	7,39
	Oxygène (mg/l)	5,97	5,81	5,49	5,57
	Température (°C)	29,1	29,0	29,0	28,1

Les principales caractéristiques de l'élevage sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Principales caractéristiques des protocoles des trois essais.

	Monosex mâle	Monosex femelle	Témoin
N° Bassin	B1	B4	B5
Surface d'élevage (m ²)	500	500	2500
Densité initiale (ind/m ²)	4	4	4,06
Poids moyen initial (g)	7,03	7,30	6,13
Durée d'élevage (j)	110	112	121
Amendement (T/ha de CaSO ₄)	0,8	0,8	néant
Puissance aération (CV)	0,5	0,5	2
Pêches sélectives	1	0	2

3-RÉSULTATS

Le tableau 3 récapitule les principales performances des trois lots.

Tableau 3 : Principaux résultats obtenus lors de l'élevage de populations monosexes mâle, monosexes femelle et témoin.

	Monosexes mâle	Monosexes femelle	Témoin
Surface (m ²)	500	500	2500
Biomasse initiale (Kg)	14,1	14,6	62,3
Indice de conversion	5,9	6,5	3,3
Taux de survie (%)	70,2	85,6	76,2
Taux de retour (%)	45,5	/	43,6
Récolte totale (Kg)	53,7	44,9	221,6
Production nette globale (Kg)	39,6	30,3	159,3
Rendement extrapolé (T/ha/an)	2,63	2,00	1,86

3-1- Croissance

La figure 2 montre la croissance comparée des trois lots. Il apparaît que la plus forte croissance est obtenue dans le cas de l'élevage monosexes mâle alors qu'on ne peut noter aucune différence significative entre celle du monosexes femelle et celle du témoin.

Notons qu'à partir du 80^{ème} jour de grossissement et l'intervention des pêches sélectives, la croissance du témoin s'infléchit. On ne peut donc plus s'y référer. Si l'on compare les courbes de croissance des deux élevages monosexes, la différence de performance est flagrante et ne fait que s'accroître jusqu'à la pêche commerciale dans le lot de mâles au 98^{ème} jour.

3-2- Distribution des tailles

La figure 3 décrit l'allure de chaque population au bout de 2,5 mois de grossissement soit juste avant la 1^{ère} récolte dans le témoin. Le témoin et le lot monosexes mâle présentent une hétérogénéité de taille importante avec un coefficient de variation comparable (14 et 15 %). Le lot de femelles est de taille beaucoup plus homogène (c.v.= 7 %).

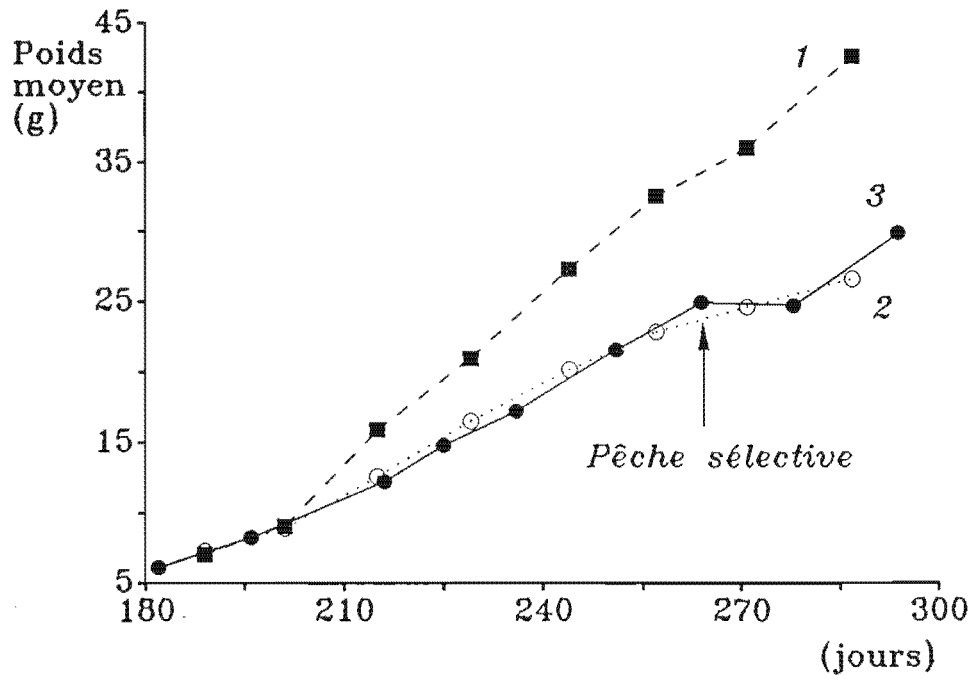


Figure 2 : Courbes de croissance des lots monosexes mâle (1) et femelle (2), et du témoin (3).

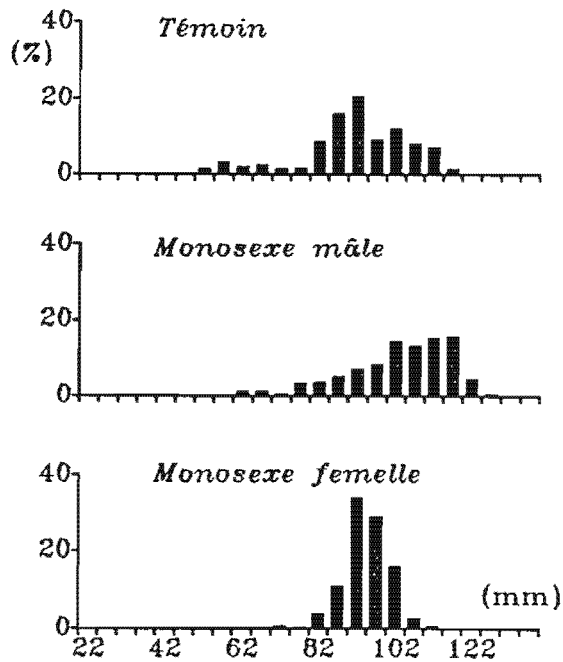


Figure 3 : Distribution de taille des trois lots après environ 80 jours d'élevage.

3-3- Taux de survie

Compte tenu de durées d'élevage légèrement différentes dans les trois lots, si l'on ramène la survie finale à la survie mensuelle, on obtient 90,8 %, 95,9 % et 93,5 % respectivement pour les monosexes mâle, femelle et pour le témoin. On peut noter que la survie du témoin est intermédiaire entre celle des deux lots monosexes : elle est tout à fait conforme à ce qu'on a l'habitude de rencontrer dans les conditions d'élevage de la station de Kourou (environ 6 % de mortalité par mois).

3-4- Taux de retour

Cet indice mesure le pourcentage d'animaux récoltés à la senne sélective par rapport au nombre d'individus introduits en grossissement. Il a peu de valeur dans ce cas car la pression de pêche au filet sélectif est différente pour les trois lots. On peut simplement noter que grâce à son excellente croissance, le monosex mâle obtient un taux identique au témoin malgré l'intervention tardive d'une seule récolte contre deux espacées d'un mois dans le cas du témoin.

3-5- Indice de conversion

Les indices de conversion obtenus dans les élevages monosexes sont très élevés (5,9 pour les mâles, 6,5 pour les femelles) alors que la valeur enregistrée chez le témoin (3,3) est conforme à ce qu'on observe généralement dans des essais comparables en discontinu effectués sur la station de Kourou (3 à 3,5). Pourtant la ration alimentaire dans les trois lots est ajustée en cours d'élevage en utilisant la même méthode des mangeoires. Aucune explication satisfaisante n'a pu être apportée à ce décalage.

3-6- Rendement et production

Le meilleur rendement est obtenu par le lot de mâles malgré une survie inférieure. Ceci est la traduction de l'excellente croissance enregistrée dans cette population. Néanmoins, il convient de noter que la population monosex de femelles a obtenu un rendement légèrement supérieur au témoin. En effet, à croissance identique, la survie est meilleure chez les femelles.

Pour ce qui concerne la production des trois lots, il faut analyser sa composition dans les trois cas. La production est triée en fonction des classes de taille commerciales généralement utilisées sur le marché : 10 à 20 individus/kg ("très grosses"), 20 à 30 ("grosses"), 30 à 40 ("moyennes"), 40 à 60 ("petites") et non commercialisables au dessus de 60. La figure 6 montre le pourcentage obtenu pour chaque classe de commercialisation. Pour le lot témoin, l'essentiel de la production (84 %) est représenté par les classes "moyennes" et "grosses". Pour le lot de mâles, la majeure partie de la production (79 %) est représentée par les classes "grosses" et très "grosses". Pour le lot de femelles, l'homogénéité de la production est très nette puisque 82 % de celle-ci est représentée au sein de la seule classe "moyenne".

4-DISCUSSION

4-1-Croissance

On peut comparer la croissance d'un lot monosexue à la croissance de la sous-population du même sexe dans la population de référence.

La figure 4 compare la croissance de mâles en condition monosexue et en population mixte. Si l'on se réfère à la portion de croissance entre le 195^{ème} et le 265^{ème} jour d'élevage correspondant à une même période sans pêche sélective, les mâles en condition monosexue ont une croissance supérieure de 85 % (11,9 g/mois contre 6,4 g/mois dans le témoin). On obtient donc un gain important dû à l'absence de femelle. On peut interpréter cela par une économie d'une partie de l'énergie consacré à la reproduction. Dans le cas des mâles, il s'agit probablement de la part d'énergie consacré à la compétition pour la conquête et la protection des femelles, et de la phase d'accouplement.

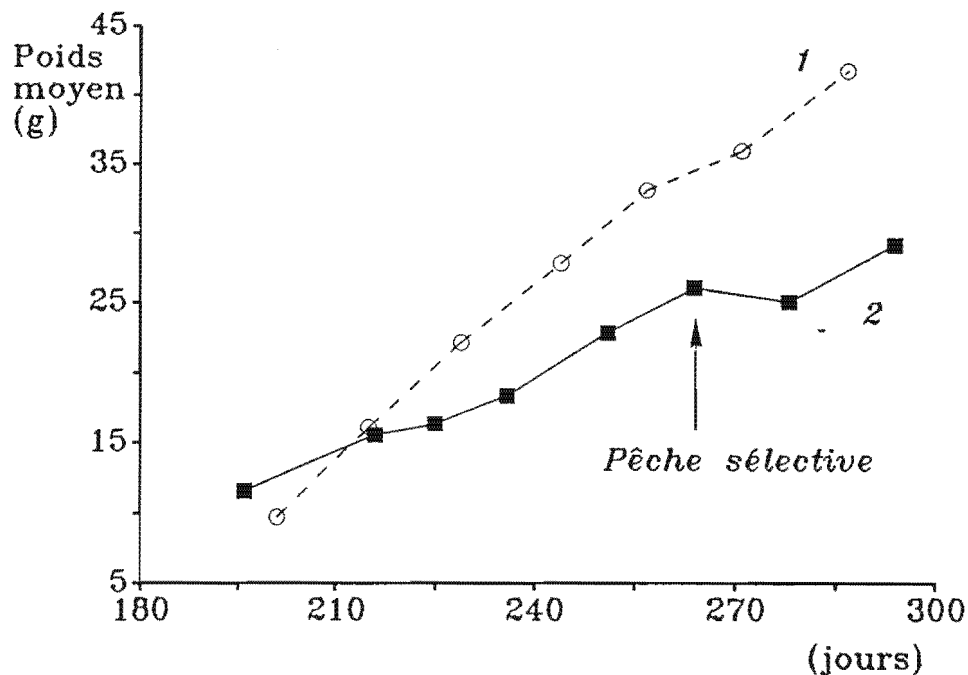


Figure 4 : Courbe de croissance de la population monosexue mâle (1) et de la sous-population de mâles dans le témoin (2).

Dans une expérience en cages menée par une équipe de recherche israélienne (Sagi et al., 1986), la croissance était appréhendée par le cumul de la biomasse récoltée à la senne sélective. Il apparaissait que les mâles en condition monosexue et dans le témoin présentaient une évolution comparable, ce qui n'est pas en accord avec nos observations.

D'après la même référence bibliographique et la même façon d'évaluer la croissance, les femelles en condition monosexue ont une meilleure croissance qu'en condition mixte. On obtient des résultats identiques dans notre cas. En effet, pour la période allant du 195^{ème} au 295^{ème} jour, le gain de croissance est de 50,3 % (6,9 g/mois contre 4,6 g/mois). L'absence de mâle dans la population monosexue femelle provoque donc un gain de croissance qui provient probablement de leur entrée plus tardive dans la phase de maturation et de l'économie de l'énergie consacré à l'entretien et l'oxygénation des oeufs. En effet, le

pourcentage de femelles grainées est moindre en condition monosexue (5,8 % contre 46 % dans le témoin; comptage fait à la vidange). Cette différence provient de la durée d'incubation des oeufs fécondés (3 semaines) alors que lorsqu'ils ne sont pas fécondés, ils sont relargués au bout de 24 à 48 heures (Ling, 1969).

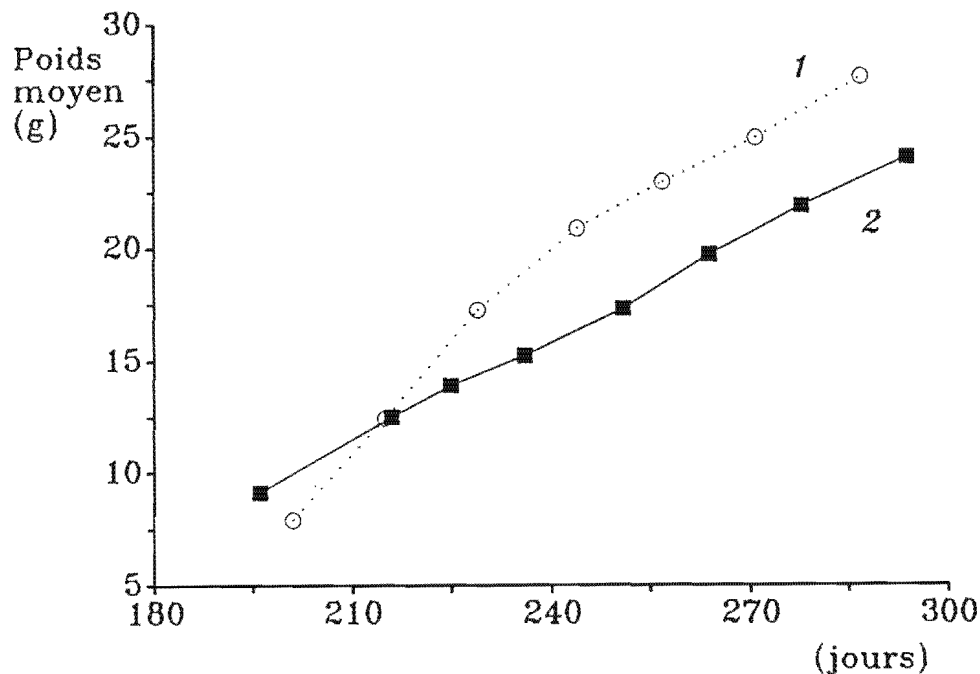


Figure 5 : Courbe de croissance de la population monosexue femelle (1) et de la sous population de femelles dans le témoin (2).

On relève ces mêmes observations dans la bibliographie. Sur un élevage monosexue femelle mené en cages le pourcentage de femelles grainées s'élevait à 1,2 % contre 31,5 % dans le témoin (Sagi et al., 1986). Dans un essai mené en bassin, il atteignait 37,6 % à cause d'erreur de sexage qui avait provoqué l'introduction de 3,5 % de mâles (Cohen et al., 1988). En polyculture, on relevait 13 % de femelles ovigères contre 45 % dans le témoin (Hulata et al., 1989) avec une erreur de tri de 4 %. Dans notre essai, 29 mâles ont été retirés en cours d'élevage, ce qui représente une erreur de tri de 1,5 %.

Dans certains cas, la masse d'oeufs est éliminée avant la commercialisation. Ceci représente une perte de production d'environ 10 % sur la part de femelles grainées (Tableau 4). Chaw et Liao (1977) ont montré que les oeufs représentaient environ 11 % du poids des femelles grainées. Le faible pourcentage de femelles grainées est donc un atout en élevage monosexue.

Tableau 4 : Part représentée par les oeufs dans le poids d'une femelle grainée.

Taille (mm)	77	87	97	107	117	127	137	147
Part des oeufs (%)	13,1	13,0	11,5	10,7	9,9	9,0	8,3	7,7

4-2- Survie et structure de la population

Chez les mâles :

La mortalité plus importante observée dans l'élevage monosexé mâle peut être expliquée par leur comportement naturellement agressif. C'est en effet sur des relations de dominance, donc d'agressivité qu'est organisée toute la hiérarchie sociale. En l'absence de femelles, on pouvait espérer diminuer voire éliminer ces interactions de dominance dont on pensait qu'elles étaient basées sur le comportement sexuel. Il semble qu'il n'en soit rien, puisque l'on retrouve les mêmes morphotypes de mâle (pincés bleues, orange et claires) et dans les mêmes proportions que dans une population normale.

Chez les femelles :

La survie est meilleure grâce à l'absence de comportement agressif comme chez les mâles. Notons que si l'on fait la moyenne des survies mensuelles des deux monosexes, on obtient la survie mensuelle du témoin. Il semble donc que lorsqu'on isole les deux sexes, il n'y ait pas de gain de survie : on ne fait qu'enregistrer séparément des survies déjà différentes en population mixte.

On retrouve ces mêmes observations dans la bibliographie avec des survies respectives pour les monosexes mâles et femelles de 66,3 % et 75,6 % (Cohen et al., 1988), 85 % et 90 % (Hulata et al., 1989), 76,5 % et 86,5 % (Sagi et al., 1986).

4-3- Biomasse en élevage

La mortalité plus importante observée dans lot monosexé mâle peut également être mise en relation avec la biomasse en élevage. En effet, on sait que les interactions entre les individus et donc les risques de mortalité qui y sont liées augmentent avec la biomasse. Or, à cause du poids moyen élevé obtenu chez les mâles et de l'absence de pêches sélectives, la biomasse maximale atteinte fut d'environ 125 g/m² dans ce lot alors qu'elle n'était que de 85 g/m² dans le témoin et 90 g/m² dans le monosexé femelle. Ce facteur a donc pu contribuer à limiter la survie des mâles.

4-4- Production et rendement

Les valeurs de rendement consignées dans le tableau 3 ne concernent que la phase de grossissement proprement dite. Il ne s'agit pas du rendement qui serait obtenu à l'échelle d'une ferme de production. En effet, ces phases de grossissement sont précédées de deux phases (prégrossissement et phase 1 de grossissement) qui présentent des forts rendements en termes de production de biomasse non commercialisable (individus d'environ 1 g pour le prégrossissement, de 6 à 7 g pour la phase 1).

Nous avons établi une méthode de calcul qui permet de connaître le rendement global d'un système à plusieurs phases à partir des caractéristiques de chaque phase (densité, survie, durée, rendement). Cette méthode sera détaillée dans un compte rendu ultérieur consacré aux phases de grossissement.

Le tableau 5 donne les rendements des différentes phases utilisées dans cette expérience et le rendement global du schéma d'élevage en admettant comme durée d'assec 6 % de la durée totale. Cette valeur correspond à la moyenne observée sur la ferme d'Aquapac (Tahiti) qui utilise un système d'élevage discontinu multiphase.

Tableau 5 : Rendements obtenus dans les différentes phases de l'élevage et rendement global de chaque schéma.

Prégrossissement (T/ha/an)		6,24	
Phase 1 (T/ha/an)		4,64	
Grossissement (T/ha/an)	Mâle	Femelle	Témoin
	2,63	2,00	1,86
Rendement global du schéma (T/ha/an)	2,92	2,37	2,22

Si l'on considère le rendement global, il apparaît que les valeurs obtenues pour le monosex femelle et le témoin sont proches. Le rendement du monosex mâle est en revanche nettement meilleur.

Si l'on fait la moyenne des rendements des élevages monosexes, la valeur obtenue (2,64 T/ha/an) est significativement différente de celle du témoin. Le gain de rendement obtenu est de 19 %.

Pour évaluer la rentabilité d'un schéma d'élevage, le rendement n'est pas le seul élément entrant en ligne de compte. Il faut intégrer aussi l'indice de conversion, le taux de survie, les classes commerciales produites (le prix de vente de chacune d'elle augmentant avec la taille des animaux) et la main d'oeuvre nécessaire. Cette analyse sera détaillée dans une étude ultérieure plus générale sur les systèmes d'élevage.

Par exemple, si l'on compare le monosex femelle au témoin, les classes commerciales obtenues sont moins intéressantes : 81,6 % de 30–40, contre 41,2 % de 20–30 et 43,3 % de 30–40 dans le cas de la population de référence (Figure 6). Cependant, la grande homogénéité de taille de la production du monosex femelle dispense d'effectuer des pêches sélectives en cours d'élevage ce qui diminue le coût de la main d'oeuvre. Au contraire, si les pêches sélectives sont justifiées pour l'élevage monosex mâle, les classes commerciales produites dans ce cas sont plus intéressantes ce qui se répercute positivement sur la rentabilité de ce type d'élevage.

Finalement, le gain réel de rentabilité entre les élevages monosexes et les élevages mixtes ne peut être calculé que dans le cadre d'une étude bio-économique complète.



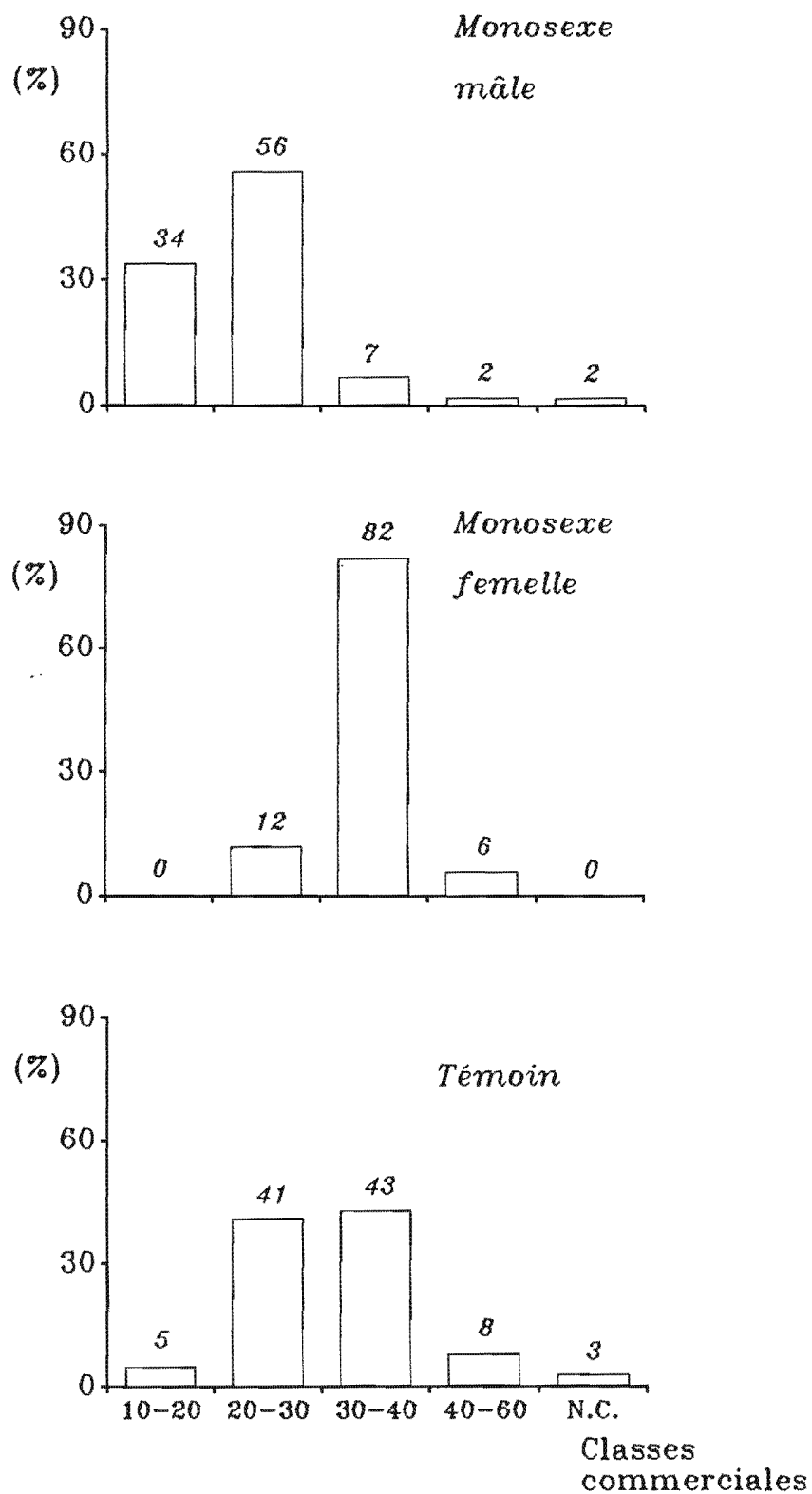


Figure 6 : Composition de la production selon les classes commerciales couramment utilisées.

5-CONCLUSION

L'évaluation des performances des élevages monosexes fait apparaître un gain global de rendement de 19 % par rapport à une population normale (31 % pour les mâles, 7 % pour les femelles). Toutefois, le gain réel de rentabilité doit être étudié en intégrant toutes les caractéristiques de l'élevage et notamment les classes de commercialisation produites (avec chacune leur prix de vente propre) ou le mode de gestion de cheptel utilisé (intervention ou non de pêches sélectives qui influent sur le coût de la main d'oeuvre).

En monosex mâle, il est conseillé d'utiliser des pêches commerciales au filet sélectif en cours d'élevage pour obtenir une meilleure homogénéité de taille de la production. De plus, les interactions sociales étant toujours marquées, les pêches sélectives stimulent le phénomène de croissance compensatoire.

En monosex femelle, l'homogénéité de croissance de la population permet de se passer de pêche sélective en cours d'élevage.

Actuellement, de telles populations ne peuvent être obtenues que par des tris manuels, inapplicables à grande échelle. Mais le contrôle génétique du sexe sur lequel travaillent les équipes d'Hawaï et du COP à Tahiti devrait permettre de les produire dans un futur proche. Dans cette perspective, les travaux menés à Kourou pourront alors servir de base à l'application de ce type d'élevage avec la perspective d'un gain significatif de productivité.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Chaw N.H. and Liao I.C., 1977. Status of the propagation of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Taiwan. J. Fish. Soc. Taiwan, 5(2):30-40.

Cohen D., Sagi A., Ra'anan Z., Zohar G., Hulata G. and Karplus I., 1988. The production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations. III. Yield characteristics under intensive monoculture conditions in earthen ponds. Bamidgeh, 40(2):57-63.

Hulata G., Karplus I., Wohlfarth G.W., Halevy A., Cohen D., Sagi A. and Ra'anan Z., 1988. The production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations. II. Yield characteristics in polyculture ponds.

Ling S.W., 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). FAO Fish. Rep., 57(3):589-606.

Ra'anan Z. and Cohen D., 1985. The ontogeny of social structure in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. pp.277-311. In: A. Wenner and F.S. Schram (eds). Crustaceans Issues II: Crustacean Growth. A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Sagi A., Ra'anan Z., Cohen D. and Wax Y., 1986. The production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations : yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. Aquaculture, 51:265-275.

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 5

LES SCHEMAS D'ELEVAGE EN DISCONTINU :

PHASE FINALE DE GROSSISSEMENT

1-INTRODUCTION

Lors de l'étude de populations monocohortes exploitées par pêches sélectives jusqu'à leur épuisement (voir CR N° 2, RIDRV 9019 RA/Guyane) on a dégagé les principaux moyens qui doivent nous permettre d'optimiser les schémas en discontinu dans les conditions Antillo-Guyanaises. Il s'agit de :

- Réduire la durée de la phase de grossissement.
- Diminuer le poids moyen de récolte.

L'objectif est d'aboutir à une gestion séparée des deux sexes. En effet, on a intérêt à exploiter les mâles plutôt par les pêches sélectives en cours d'élevage, car ils ont une croissance plus rapide qui est largement influencée par des relations de dominance. Les femelles peuvent et doivent être récoltées ensemble à la vidange du bassin car leur croissance est homogène mais lente.

Les populations introduites en phase de grossissement sont produites dans des phases de démarrage de croissance : prégrossissement, phase 1 de grossissement. En fonction de leurs caractéristiques, on obtiendra des populations à différents poids moyens. Dans un premier temps, le schéma étudié est le plus simple :

- Prégrossissement jusqu'à un poids moyen de 1 g environ
- Grossissement de 6 mois faisant intervenir des pêches sélectives régulières dès l'apparition d'individus commercialisables dans la population

Ensuite, nous avons étudié l'influence du poids moyen initial en introduisant dans la phase de grossissement une population de 2 à 3 g de poids moyen.

Enfin, en fonction des résultats obtenus, il est apparu nécessaire de tester un mode d'élevage appelé "séquentiel" :

- Prégrossissement jusqu'à un poids moyen de 1 g environ
- Phase 1 de grossissement de 1 g à 5 g environ
- Grossissement avec intervention ou non de pêches sélectives d'une durée variant de 3 à 6 mois en fonction de la densité testée.

Les résultats obtenus par ces trois schémas sont commentés dans ce compte rendu.

2-MATERIEL ET METHODE

2-1-Bassins

L'ensemble des essais de phase 2 de grossissement se sont déroulés dans des bassins en terre de 2500 m² à la station expérimentale de Kourou. Ils n'ont reçu aucune fertilisation organique ni minérale et n'ont fait l'objet d'aucune préparation préalable du sol hormis un amendement calcique à la mise en eau à hauteur de 0,8 T/ha de CaSO₄.

Les bassins sont renouvelés à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 à 10 % du volume par jour, en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques. Pour chaque essai, un aérateur de type AireO2 de 2 CV fonctionne en séquence de nuit (0h à 6h du matin)

2-2-Gestion quotidienne

Le cheptel est nourri manuellement, à la tombée de la nuit, 6 jours sur 7 avec un granulé standard titrant 30% de protéine et 2,5% de lipide. La ration alimentaire est calculée au départ par l'application d'un taux de nutrition à la biomasse introduite dans le bassin. Par la suite, l'ajustement de la ration est fait en utilisant deux mangeoires disposées en zone profonde et peu profonde du bassin.

Le relevé des paramètres physico-chimiques (oxygène et température le matin, ph le soir) est fait tous les jours; les moyennes mensuelles sont consignées dans l'annexe 1.

2-3-Suivi du cheptel

On prélève un échantillon de 300 à 500 individus deux fois par mois à l'aide d'une senne de maille 6 mm. Les animaux sont mesurés individuellement et classés selon leur morphotype (mâles à pinces bleues, oranges ou claires, femelles grainées ou non) quand leur taille dépasse 60 mm (5 g environ). Le poids moyen est effectué en pesant l'échantillon et en ramenant ce poids à l'effectif total.

Lors de chaque récolte, la production est pesée et les individus sont triés selon les classes commerciales suivantes :

Très gros : 10-20 ind/Kg
Gros : 20-30 ind/Kg
Moyens : 30-40 ind/Kg
Petits : 40-60 ind/Kg
Hors classe : supérieurs à 60 ind/Kg

Un échantillon de la récolte est prélevé afin d'effectuer un histogramme de taille et de relever le pourcentage que représente chaque morphotype. Le taux d'animaux à carapace molle est noté.

2-4-Protocoles d'élevage

Essais n° 1 à 6 :

Les individus introduits en phase de grossissement ont un poids moyen de **0,7 à 0,9 g** et sont produits dans des prégrossissements à haute densité. Ce type de prégrossissement est décrit dans le compte rendu n° 2.

Les pêches sélectives sont effectuées dès l'apparition d'individus commercialisables à l'aide d'une senne de maille 25 mm. Les récoltes sont espacées de 2 semaines et sont constituées de deux coups de filet successifs passés dans le même sens depuis l'arrivée d'eau vers l'évacuation. La vidange du bassin intervient 6 mois après l'ensemencement des juvéniles. Elle est précédée, quelques jours auparavant, d'une pêche sélective à la senne de maille 22 mm.

Essais n° 7 à 9 :

Dans ce schéma, les individus introduits en phase de grossissement ont un poids moyen de **2,2 à 3,2 g** et ont été produits dans des prégrossissements à une densité d'environ 50 ind/m² (voir le CR n° 4 du rapport RIDRV 90019 RA/Guyane).

La procédure de récolte est en tous points identique à la précédente, hormis dans l'essai n° 7 où la pêche sélective avant vidange a été effectuée à la senne de maille 25 mm et non 22 mm.

Essais n° 10 à 13 :

Le schéma utilisé dans ces essais est sensiblement différent des précédents. Il est constitué de trois phases :

- **Un prégrossissement** à haute densité permet de produire des individus de moins de 1 g de poids moyen.
- Ces juvéniles sont transférés dans une **phase 1 de grossissement** où ils atteignent en trois mois un poids moyen de 5 à 7 g.
- En **phase 2 de grossissement**, des pêches sélectives vont ou non intervenir, en fonction de la densité d'élevage et de la durée de la phase. Les différents protocoles sont décrits dans le tableau 1.

Tableau 1 : Protocoles d'élevage utilisés dans la série d'essai de 10 à 13.

Numéro d'essai	10	11	12	13
Durée (jours)	92	120	125	183
Densité (ind/m ²)	2.0	4.0	4.1	6.0
Pêche au 25 mm	néant	néant	J82 J112	J84 J112 J137
Pêche au 22 mm	néant	néant	néant	J166

3-RESULTATS

3-1-Première série d'essais

Le tableau 2 résume les principaux résultats obtenus. Il n'apparaît pas de différence significative de croissance entre les densités testées, hormis dans l'essai n° 3. Ce résultat surprenant provient de la croissance médiocre enregistrée à basse densité (essais n° 1 et 2) ce qui se répercute sur le poids moyen global de récolte (pêches sélectives et de vidange) et la répartition de la production en classes commerciales.

Tableau 2 : Principaux résultats enregistrés sur la première série de phase 2 de grossissement.

Numéro d'essai		1	2	3	4	5	6
Durée (jours)		189	188	180	189	188	182
Densité (ind/m ²)		4.0	6.2	8.2	9.5	9.5	12.5
P.M.initial (g)		0.7	0.7	0.9	0.8	0.9	0.9
Croissance (g/mois)		3.5	3.3	4.7	3.4	3.5	3.3
Taux de retour (%)		49.0	34.0	38.7	37.7	36.6	23.4
Taux de survie (%)		85.1	69.0	57.6	56.7	53.5	55.9
Indice de conversion		3.0	3.3	3.6	3.4	3.9	3.6
Rendement (T/ha/an)		1.3	1.5	2.1	2.3	2.0	2.6
P.M.global (g)		19.7	18.9	24.1	24.0	22.6	20.2
Classes de taille (%)	10-20	0	0	0	1	2	0
	20-30	9	9	24	34	27	9
	30-40	35	36	35	36	38	35
	40-60	32	26	23	23	22	17
	NC	25	29	18	6	10	38

La meilleure survie observée dans les basses densités (4 et 6 ind/m²) provient probablement d'interactions moins fortes entre les individus. Mais ce gain ne suffit pas à compenser la densité initiale inférieure et, à croissance équivalente, on obtient des rendements inférieurs aux autres essais.

Le meilleur rendement est obtenu dans l'essai à 12,5 ind/m². Mais ce bon résultat est pénalisé par un poids moyen de récolte faible et donc une production constituée en majorité de petites tailles.

3-2-Deuxième série d'essai

Le tableau 3 récapitule les principaux résultats obtenus. La croissance de la population avant l'intervention des pêches sélectives décroît lorsque la densité augmente. Ce résultat logique n'avait pas pu être mis en évidence sur les essais 1 à 6 en raison de la mauvaise croissance enregistrée à basse densité. Dans les essais 7 à 9, l'influence de la densité sur la croissance apparaît.

Dans cette série d'essai, la répartition de la production en classes commerciales n'a pu être effectuée à cause de la remise en élevage des lots d'animaux récoltés à la vidange. Cette production a été comptabilisée, mais son tri manuel aurait constitué un stress trop important pour les individus.

Tableau 3 : Principaux résultats enregistrés sur la deuxième série de phase 2 de grossissement.

Numéro d'essai	7	8	9
Durée (jours)	185	177	174
Densité (ind/m ²)	5.6	8.1	9.6
P.M.initial (g)	2.2	2.5	3.2
Croissance (g/mois)	5.0	3.9	3.6
Taux de retour (%)	33.9	43.3	36.5
Taux de survie (%)	88.5	61.8	61.2
Indice de conversion	2.9	3.5	5.1
Rendement (T/ha/an)	2.0	2.1	2.2
P.M.global (g)	22.5	24.4	23.1

On peut remarquer que la survie est sensiblement supérieure à basse densité (6 ind/m²). Cette observation avait déjà été faite dans la série précédente. L'indice de conversion quant à lui a tendance à augmenter avec la densité, tendance peu visible dans les essais 1 à 6.

Le taux de retour plus faible obtenu à 6 ind/m² provient du fait que la pêche sélective avant vidange a été faite au filet de maille 25 mm. Dans tous les autres essais, on a utilisé une maille de 22 mm, ce qui permet de récolter une grosse partie de la population résiduelle.

Les rendements obtenus augmentent légèrement avec la densité mais sont voisins de 2 T/ha/an. Ils ne sont pas significativement différents de ceux obtenus aux mêmes densités dans la première série d'essai. Malgré l'introduction d'individus plus gros, le poids moyen global de récolte est aussi faible, ce qui constitue un handicap sur le plan commercial.

3-3-Phases de grossissement en mode séquentiel

Tableau 4 : Principaux résultats enregistrés sur les phases 2 de grossissement en mode séquentiel.

Numéro d'essai	10	11	12	13
Durée (jours)	92	120	125	183
Densité (ind/m ²)	2.0	4.0	4.1	6.0
P.M.initial (g)	4.5	5.8	6.1	5.3
Croissance (g/mois)	6.1	5.7	6.9	4.6
Taux de retour (%)	/	/	43.6	43.0
Taux de survie (%)	80.9	72.5	76.2	60.7
Indice de conversion	2.6	3.1	3.3	4.1
Rendement (T/ha/an)	1.1	1.5	1.9	1.3
P.M.global (g)	21.5	25.8	29.3	26.7
Classes de taille (%)				
10-20	5	/	5	3
20-30	26	/	41	34
30-40	21	/	43	33
40-60	40	/	8	26
NC	8	/	3	4

Les protocoles d'élevage étant différents, il est plus difficile de comparer les essais entre eux. On peut noter que malgré la très faible densité de l'essai n° 10, la croissance est inférieure à ce qu'on obtient à 4 ind/m² (6,1 contre 6,3 g/mois en moyenne sur les essais 11 et 12). Comme dans la première série d'essai, il semble que les croissances obtenues à faible densité soient inférieures à ce qu'on pouvait prévoir. Mais le peu d'essais effectués ne permet pas d'être affirmatif. En effet, sur la ferme d'Aquapac à Tahiti, des densités de l'ordre de 2 ind/m² en élevage séquentiel induisent une croissance comprise entre 8 et 10 g/mois, contre 6 g/mois dans l'essai n° 10.

On peut voir que l'intervention de pêches sélectives dans l'essai n° 12 permet d'optimiser la croissance de la population à 4 ind/m². En l'absence de pêches, l'essai n° 11 fait apparaître un fort ralentissement de croissance durant le dernier mois d'élevage (figure 1). Sur cet essai, la croissance obtenue avant le ralentissement est voisine de celle enregistrée dans l'essai n° 12 (6,75 contre 6,9 g/mois). On peut conclure que à partir de 4 ind/m², les pêches sélectives sont nécessaires dès le 3ème mois d'élevage car on atteint une biomasse qui limite l'apparition des grandes tailles et provoque donc un ralentissement de la croissance. Ce phénomène se répercute naturellement sur le rendement (1,5 T/ha/an dans l'essai 11 contre 1,9 T/ha/an dans l'essai 12).

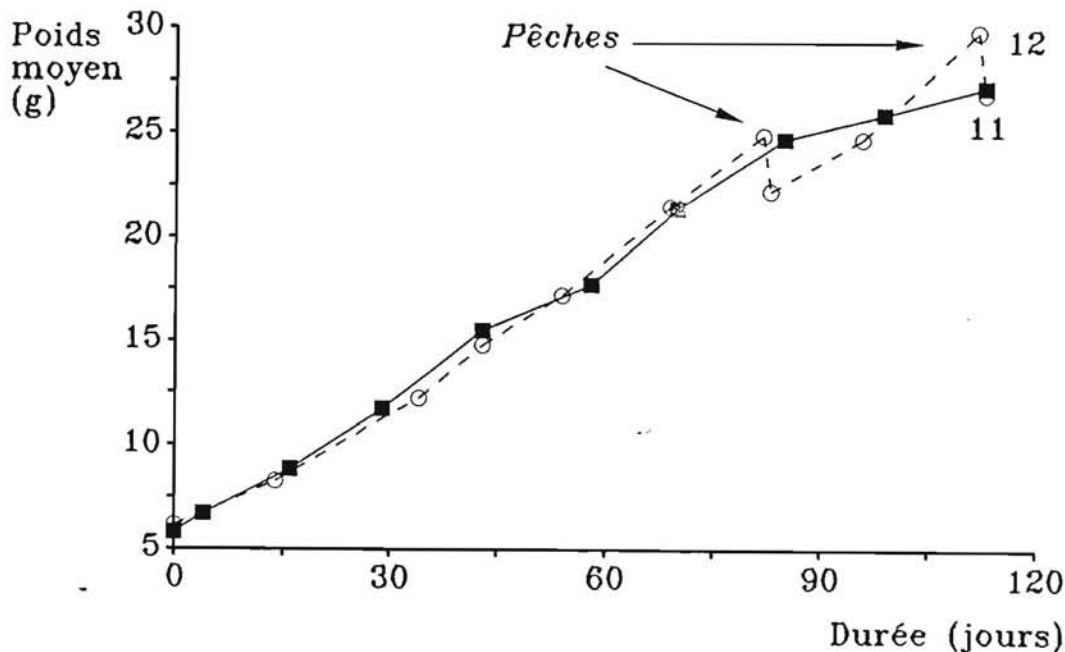


Figure 1 : Courbe de croissance des essais menés selon le mode séquentiel à une densité de 4 ind/m² faisant apparaître l'influence des pêches sélectives.

Enfin, dans l'essai n° 13, on est contraint de prolonger l'élevage au delà de 4 mois afin d'exploiter à la maille sélective un pourcentage suffisamment élevé de gros animaux. Cet allongement de la durée du cycle provoque une forte diminution du rendement. Pour ce type de schéma, et ce poids moyen de récolte souhaité, cette densité n'est donc pas adaptée.

Les bonnes survies enregistrées peuvent être reliées à la plus faible durée de l'élevage. En effet, les survies mensuelles obtenues en mode séquentiel sont comparables à celles des deux autres séries d'essai, à densité équivalente. Pour l'ensemble des 13 essais de phases 2, on obtient une survie mensuelle moyenne de 93 %.

En conclusion de cette série d'essai, on peut noter que les poids moyen de récolte sont supérieurs à ceux obtenus dans les deux autres séries d'essais. Cet objectif prioritaire sur le plan commercial est atteint surtout dans l'essai n° 12 dont les résultats sont les plus satisfaisants.

4-DISCUSSION

Dans les deux premières séries d'essai, on a pu obtenir un rendement intéressant en terme de production de biomasse. On peut estimer que, à la densité adéquate, ces schémas d'élevage produisent entre 2 et 2,5 T/ha/an. Dans les deux cas, l'optimum de densité se situe entre 8 et 10 ind/m². En effet, on ne peut retenir l'essai n° 6 à 12,5 ind/m² en raison de l'importance de la part de la production qui est non commercialisable (38% au dessus de 60 ind/Kg).

En terme de **gestion de la population**, ces schémas d'élevage sont satisfaisants :

- Les **males** ont une croissance rapide et l'expriment grâce au phénomène de croissance compensatoire dû au prélèvement des animaux dominants. Ainsi, ils constituent la majorité de la production récoltée au filet sélectif. La fréquence élevée des pêches permet leur expression rapide avant la fin de la période de grossissement.
- Les **femelles** ont une croissance lente mais homogène. Elles sont pratiquement toutes récoltées à la vidange du bassin, car elles n'atteignent pas la taille de capture au filet avant la fin de l'élevage. De ce fait, elles grossissent de façon groupée pendant toute la durée de la phase 2 et sont récoltées à une taille inférieure à celle des mâles. Elles composent la majorité de la production des petites classes commerciales (30-40 ind/Kg et surtout 40-60 ind/Kg).



Figure 2 : Allure de la composition de la production dans une phase 2 de grossissement appartenant à la première ou de la deuxième série d'essai.

La figure 2 montre l'allure de la production pour chaque sexe. Cet exemple est représentatif de l'ensemble des essais de la première et la deuxième série. Il est à comparer à la figure 3 qui représente la production d'une monocohorte, lorsqu'elle est exploitée à un poids moyen de 40 g selon les standards utilisés dans le CR n° 2 du rapport RIDRV 90019 RA/Guyane.

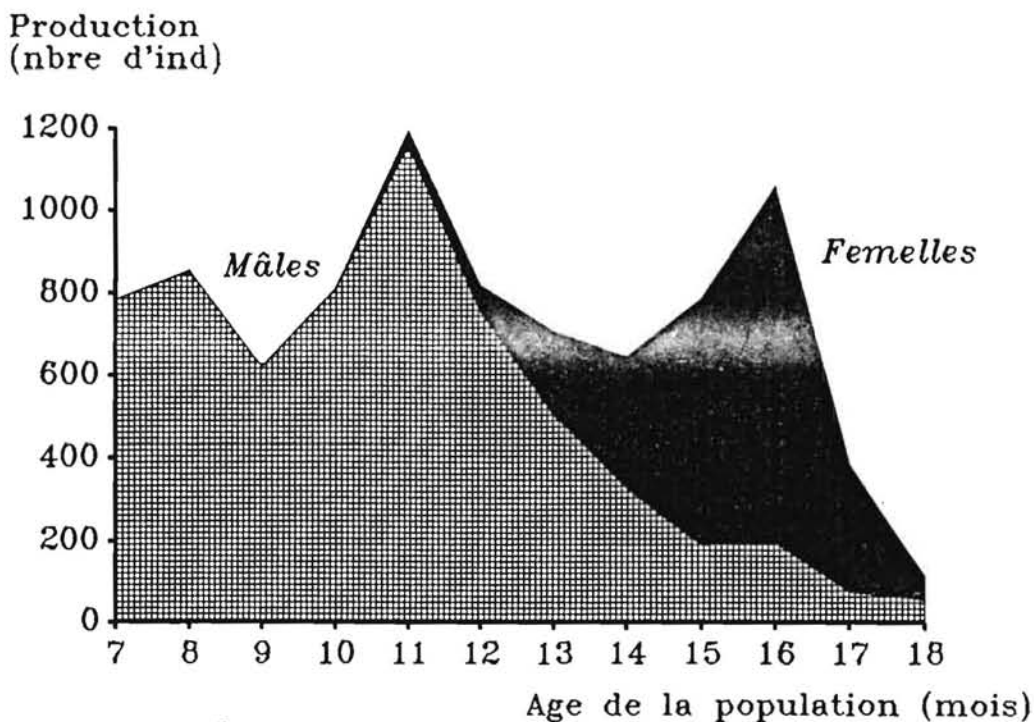


Figure 3 : Allure de la composition de la production dans un essai de monocohorte exploitée jusqu'à son épuisement à un poids moyen de 40 g.

Par rapport à l'expérience de monocohorte testée en 1988, les taux de retour sont voisins (37,1 %, 36,5 % et 36 % respectivement pour la série 1 la série 2 et la monocohorte) et ce malgré une durée d'élevage considérablement raccourcie (6 mois contre 15 mois). Ce taux de retour intéressant est dû en grande partie à la diminution du poids moyen de récolte à la senne sélective.

On peut donc résumer l'évolution que représente ce schéma par rapport à la monocohorte par la formule suivante : on exploite à la senne autant d'individus en moins de temps mais à une taille plus petite. Le gain de rendement est très important : 2 à 2,3 contre 0,9 T/ha/an.

L'Inconvénient principal de ce schéma est la petite taille des individus produits. Dans le contexte Antillo-Guyanais de marché, seules les grosses catégories de taille (10-20, 20-30 et 30-40 ind/Kg) sont vendues à un prix rémunérateur. Aussi, il est impératif que la production soit constituée en majorité par ces catégories. Or, pour garder un rendement élevé la durée d'élevage doit être courte. Les moyens d'action sont donc :

- Ensemencer des animaux plus gros
- Favoriser la croissance

Utiliser des animaux plus gros pour ensemençer la phase de grossissement ne constitue pas un inconvénient. On a pu montrer dans le compte rendu n° 3 que, dans la portion de croissance de 1 à 10 g, on a intérêt à utiliser une phase de grossissement intermédiaire entre pré-grossissement et grossissement final : il s'agit de la phase 1 de grossissement.

Pour **favoriser la croissance**, il est nécessaire d'espacer les récoltes pour que les individus puissent atteindre des grosses tailles, mais aussi de baisser la densité afin que la biomasse ne constitue pas un obstacle à l'émergence des gros individus.

En corollaire, une densité plus faible permet de diminuer la durée de la phase de grossissement car les individus atteignent plus vite la taille de capture.

Ainsi, en grossissement de *Macrobrachium*, l'espacement des récoltes sélectives et la baisse de la densité sont deux moyens d'action sur le poids moyen de récolte qui sont intimement liés. Ceci est dû aux interactions sociales entre les individus qui, lorsqu'elles sont trop fortes, empêchent l'apparition des grandes tailles. La preuve en est que l'un des signes de surdensité est la présence dans la population de petits mâles à pinces bleues en quantité anormale.

En effet, dans une population en croissance, l'apparition de la maturité sexuelle se traduit par l'émergence de mâles dominants à pinces bleues : il s'agit des plus gros mâles de la population. Mais, le poids moyen de la population étant faible, ces mâles sont de petite taille.

Dans le cas normal où la biomasse au m² ne constitue pas un facteur limitant à la croissance, les mâles à pinces oranges grossissent au delà de la taille de ces petits mâles à pinces bleues. Ils deviennent dominants à leur tour et passent pinces bleues mais à une taille supérieure aux précédents. Il s'agit du phénomène bien connu de "leap frogging" décrit par les Israéliens (Ra'anan et al, 1985).

Quand la biomasse est trop forte, les mâles à pinces oranges ne grossissent pas et passent pinces bleues à une taille équivalente à ceux qui existaient déjà. Lorsque l'équilibre social est atteint, le ratio entre les morphotypes ne bouge pratiquement plus. L'aliment distribué est brulé dans les compétitions entre les mâles pour la défense de leur territoire et l'accès aux femelles, au détriment de la croissance.

La biomasse apparaît donc comme un élément clé de l'évolution de la population, au travers de ses implications sur l'organisation sociale des individus. Il faudra en tenir compte pour le dimensionnement des schémas d'élevage. Si le poids moyen de récolte souhaité est fort, l'absence de récolte sélective en cours de grossissement nécessite une densité faible afin que la biomasse en fin d'élevage soit inférieure au seuil critique. L'intervention de récoltes sélectives permet d'utiliser des densités plus élevées. Celles-ci correspondent à l'obtention d'une biomasse maximale au moment de l'apparition d'animaux commercialisables. L'intervention de pêches sélectives amorce ensuite le phénomène de croissance compensatoire, permettant au reste de la population de grossir. La durée de la phase sera plus longue afin de permettre au plus grand nombre d'animaux d'atteindre la taille de capture.

Les trois éléments cités plus haut (introduction d'animaux plus gros, baisse de la densité, espacement des récoltes sélectives) constituent la base du schéma utilisé dans la **troisième série d'essai**. Les résultats montrent que le meilleur compromis est obtenu avec l'essai n° 12 à une densité de 4 ind/m² pour une durée d'élevage de 4 mois avec intervention de pêches sélectives espacées de un mois. Il permet de conserver un rendement proche de 2 T/ha/an tout en amenant le poids moyen de récolte à près de 30 g. On obtient ainsi 89 % de

la production dans les 3 classes de taille prisées sur le marché contre 71 % dans le meilleur cas de la première série d'essai (Figure 4)

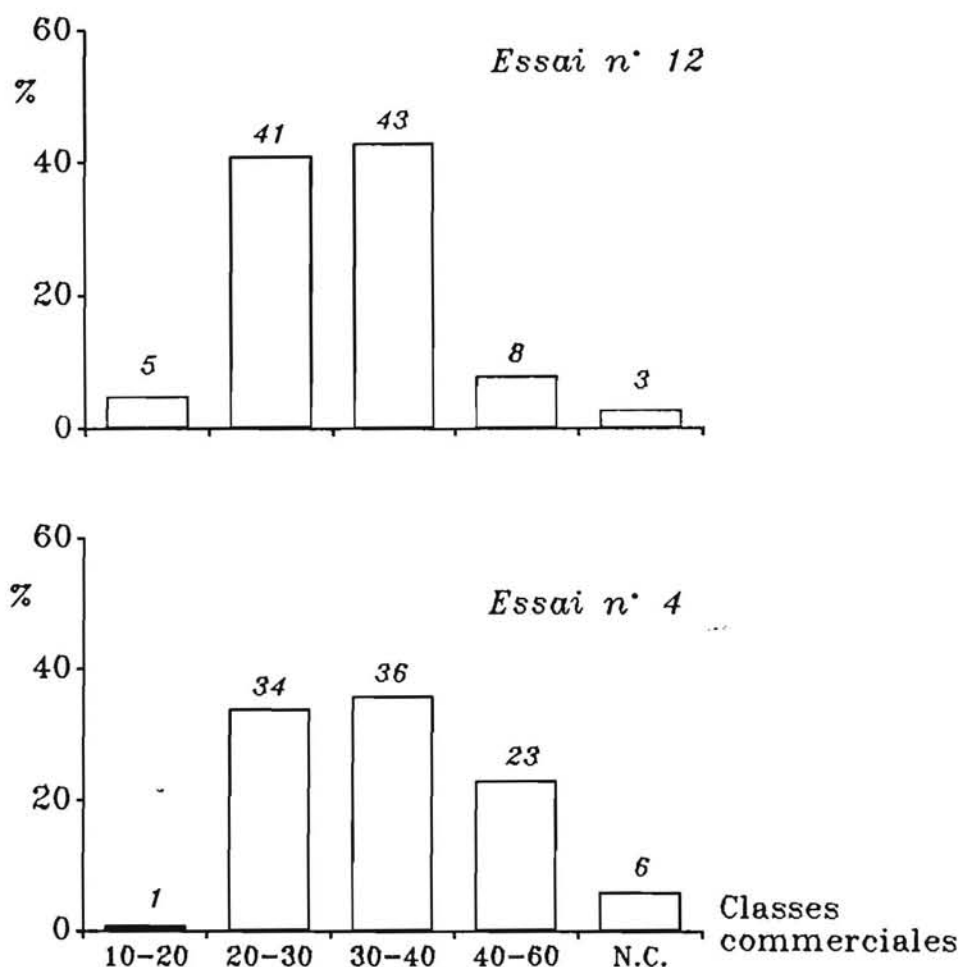


Figure 4 : Répartition de la production dans les différentes classes commerciales en mode séquentiel (essai 12) et en mode discontinu classique (essai 4).

Sur le plan de la gestion de la population, on obtient le même résultat que dans les deux premières séries d'essai, à savoir :

- Les mâles à croissance rapide sont plutôt récoltés lors des pêches sélectives au filet
- Les femelles à croissance plus lente sont récoltés à la vidange du bassin

Par rapport aux schémas précédents, le poids moyen final des femelles est plus élevé puisque la majorité d'entre elles entrent dans la classe 30-40 contre 40-60 dans les deux premières séries.

Sur le plan du rendement, une mise au point est nécessaire à ce stade. Le calcul du rendement dans tous nos compte rendus est effectué en utilisant la production nette (biomasse sortie - biomasse introduite) ramenée à une unité de surface et une unité de temps. Ainsi les valeurs de rendement données dans les tableaux de résultat sont basées

sur la production nette de la phase de grossissement seule. Si l'on veut connaître le rendement réel du schéma d'élevage lorsqu'il est appliqué à l'échelle d'une ferme, il faut tenir compte des caractéristiques des autres phases utilisées (prégrossissement et éventuellement phase 1). De plus, compte tenu des vidanges successives de bassin, on utilise un taux d'occupation de 94 %, chiffre obtenu sur la ferme d'Aquapac à Tahiti qui utilise un schéma d'élevage de ce type. Ce mode de calcul est détaillé dans l'annexe 2.

Le tableau 5 donne le rendement global obtenu par le meilleur schéma de chaque série. On peut y voir que le rendement de l'essai n° 4 par exemple est supérieur de 25,2 % à celui de l'essai n° 12. Si l'on considère le schéma dans sa totalité, la différence de rendement n'est plus que de 11,7 %.

Tableau 5 : Rendement global obtenu dans chaque schéma d'élevage comparés à ceux des différentes phases utilisées.

Numéro essai	4	9	12
Rendement moyen prégrossissement	6,24	6,24	6,24
Rendement moyen phase 1	/	/	4,64
Rendement du grossissement	2,33	2,21	1,86
Rendement global	2,48	2,37	2,22

Il apparaît de façon chiffrée l'un des avantages du mode séquentiel. Le grossissement depuis la PL jusqu'à l'individu commercialisable est fractionné en phases à l'intérieur desquelles la densité est ajustée de manière à optimiser la production de biomasse. Ceci permet d'obtenir le meilleur rendement possible pour chaque portion de la courbe de croissance. Au début de chaque phase, la biomasse est suffisante pour que la surface d'élevage ne soit pas sous utilisée. Le transfert du cheptel à la fin de chaque phase intervient lorsque la biomasse approche le seuil critique au delà de laquelle la croissance ralentit. La figure 5 illustre ce phénomène.

La pente de la courbe dans chaque phase montre que le rendement est très fort en prégrossissement (6 à 7 T/ha/an), fort en phase 1 (4 à 5 T/ha/an) et moyen en phase 2 (environ 2 T/ha/an). La biomasse maximale que l'on peut atteindre est d'autant plus importante que les individus sont petits. En effet, les interactions sociales, même si elles apparaissent très tôt, ont une influence plus importante chez les gros animaux.

En phase finale de grossissement, l'ensemble des essais effectués montre que pour atteindre des poids moyens supérieurs à 30 g, le compromis à adopter entre biomasse au m² et croissance ne permet pas de dépasser 2 à 2,5 T/ha/an, lorsqu'on utilise un système discontinu. Le seul moyen d'augmenter le rendement à ce stade serait de pouvoir conserver une croissance normale une fois dépassés les seuils de biomasse habituellement critiques.

En effet, cela permettrait d'utiliser des densités plus fortes tout en ayant la même croissance. On obtiendrait donc une production de biomasse (cad un rendement) plus importante. Ce gain a pu être entrevu lorsqu'on a utilisé des aliments artificiels à forte teneur en protéines, ce qui nous a permis, en prégrossissement comme en phase 1, de dépasser les seuils critiques de biomasse sans altérer la croissance. La solution à l'obtention de rendements au delà de 3 T/ha/an réside peut être dans cette voie.

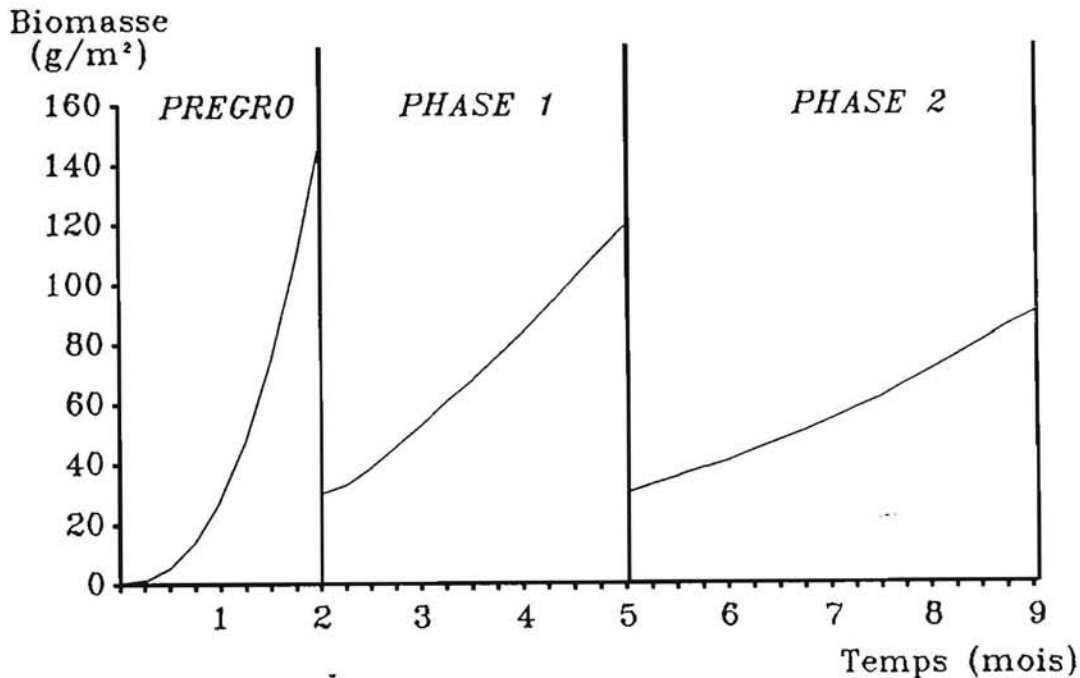


Figure 5 : Evolution de la biomasse au m² dans les différentes phases en mode séquentiel.

Il résulte de tous ces éléments que, pour un poids moyen final de récolte donné, le fractionnement de l'élevage en plusieurs phases est le moyen le plus judicieux pour atteindre un rendement maximum, à l'échelle d'un schéma d'élevage en système discontinu. Dans cette étude, les rendements plus forts obtenus dans les deux premières séries d'essai l'ont été grâce à un poids moyen de récolte plus faible qui a permis l'utilisation de densités plus élevées.

Du point de vue de l'aquaculteur, la question du meilleur schéma à adopter se pose en d'autres termes. Il s'agit pour lui de choisir non pas le système d'élevage présentant les meilleures performances biologiques mais celui qui lui fera gagner le plus d'argent. Pour cela, les caractéristiques biologiques (survie, indice de conversion, rendement, répartition de la production en classes commerciales) ne sont pas suffisantes et il faut y adjoindre d'autres paramètres comme :

- la quantité de main d'oeuvre nécessaire pour mener à bien son élevage
- son niveau de formation qui devra être plus ou moins élevé selon la complexité du schéma adopté
- les besoins en équipements et infrastructures...etc

Ainsi, un schéma d'élevage en plusieurs phases demande plus de rigueur et d'expérience de la part du chef d'exploitation et du personnel.

L'ensemble de ces éléments constitue une sorte de fiche signalétique propre à chaque système d'élevage.

Par ailleurs, le contexte au sens large se caractérise par :

- des contraintes biologiques : évolution de la température de l'eau durant l'année par exemple
- le marché visé : classes commerciales demandées et prix pratiqués
- la main d'oeuvre disponible : niveau de qualification et coût
- le prix des matières premières : aliment, post larves
- le coût de l'investissement et notamment le prix du foncier

En fonction de ce contexte, l'aquaculteur aura à déterminer le système d'élevage le mieux adapté. Celui qui lui fera gagner le plus d'argent ne sera pas forcément celui présentant le meilleur rendement.

5-CONCLUSION

Dans le contexte Antillo-Guyanais, le marché est demandeur d'animaux de grosse taille. Cette contrainte pèse sur la mise au point de schémas en discontinu. Il apparaît que le système séquentiel, composé de plusieurs phases entrecoupées de vidange et de transfert de cheptel d'un bassin à l'autre, constitue le meilleur compromis entre l'obtention d'un bon rendement et la production d'animaux dans les classes de taille prisées sur le marché.

Avec ce mode d'élevage, on obtient des rendements de l'ordre de 2 à 2,5 T/ha/an avec une bonne fiabilité. En effet, dans chaque phase on optimise la croissance grâce à l'utilisation de la densité la plus appropriée à la taille des individus qui y sont élevés. Le fractionnement du grossissement permet de contrôler et de comptabiliser le cheptel lors de chaque transfert :

- Maitrise des conditions d'ensemencement des animaux
- Contrôle de la survie et de la croissance
- Ajustement de la densité
- Ajustement de la ration alimentaire
- Intervention possible d'un tri de la population pour constituer des lots d'animaux de taille plus homogène.

Cela se répercute naturellement sur les performances d'élevage sous la forme :

- D'une économie de PL
- D'un gain de croissance
- D'une économie d'aliment
- Et surtout d'une moindre variabilité des performances dans le temps

En revanche, cette grande fiabilité des résultats se paye au prix d'une rigueur accrue de la part de l'exploitant dans la conduite de son élevage. La planification des différentes phases demande un chef d'exploitation aguerri à ces techniques, ce qui n'est possible que sur des fermes de taille suffisante.

Essai	Paramètre	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6	Mois 7
1	Température (°C)	27.2	27.7	27.9	27.4	27.7	27.4	27.1
	Oxygène (ppm)	5.8	6.2	6.3	5.8	5.1	5.2	4.8
	pH	7.2	8.3	8.0	7.1	6.2	6.7	6.7
2	Température (°C)	26.9	27.7	28.0	27.7	27.9	27.5	27.3
	Oxygène (ppm)	5.6	5.5	6.0	5.8	4.8	4.4	4.4
	pH	7.0	7.8	7.9	7.1	6.1	6.6	6.3
3	Température (°C)	28.3	29.2	28.8	27.6	26.7	27.1	28.1
	Oxygène (ppm)	7.0	6.8	5.4	5.1	5.0	5.0	5.8
	pH	8.3	9.0	6.8	7.4	6.8	6.9	6.5
4	Température (°C)	28.5	28.4	27.5	28.9	28.3	29.0	29.1
	Oxygène (ppm)	6.6	7.2	6.8	5.3	4.7	5.5	6.1
	pH	7.7	8.6	7.9	7.8	7.3	8.6	8.6
5	Température (°C)	28.1	28.4	27.4	28.8	28.6	28.8	28.7
	Oxygène (ppm)	5.4	6.5	6.4	4.6	4.9	4.9	5.4
	pH	7.0	7.7	7.8	7.7	7.2	7.3	7.5
6	Température (°C)	28.3	28.9	28.6	27.3	26.6	27.1	28.6
	Oxygène (ppm)	6.3	6.9	5.0	4.3	4.3	4.4	5.3
	pH	8.5	9.2	7.2	7.1	6.6	6.9	6.5

Annexe 1-A : *Tableau des valeurs moyennes mensuelles des principaux paramètres physico-chimiques suivis durant l'élevage : Première série d'essai de phase 2 de grossissement*

Essai	Paramètre	Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
7	Température (°C)	29.5	29.2	29.0	27.3	26.6	27
	Oxygène (ppm)	7.2	6.7	6.2	5.6	5.8	6.2
	pH	9.1	9.2	8.6	7.9	6.9	7.1
8	Température (°C)	27.1	27.8	27.9	27.8	27.1	27.3
	Oxygène (ppm)	6.8	6.5	5.7	5.8	5.4	5.1
	pH	7.2	8.3	7.4	6.9	6.9	7.1
9	Température (°C)	27.6	27.8	27.8	27.7	27.2	28.0
	Oxygène (ppm)	6.7	6.6	4.4	4.6	5.4	5.2
	pH	7.4	8.7	7.4	6.8	7.0	7.5
10	Température (°C)	27.8	28.5	28.5	27.9	/	/
	Oxygène (ppm)	6.7	6.8	6.0	6.2	/	/
	pH	7.4	7.1	7.1	6.4	/	/
11	Température (°C)	29.2	30.0	29.5	NC	27.0	/
	Oxygène (ppm)	6.6	7.2	6.6	6.5	6.1	/
	pH	7.4	8.9	8.6	8.5	7.2	/
12	Température (°C)	29.2	29.1	NC	NC	/	/
	Oxygène (ppm)	6.1	5.8	5.7	5.7	/	/
	pH	6.5	8.3	8.7	7.7	/	/
13	Température (°C)	27.7	28.3	27.8	27.3	27.8	29.2
	Oxygène (ppm)	6.8	6.4	4.5	4.5	5.2	5.5
	pH	7.2	7.4	6.9	6.7	6.5	7.7

Annexe 1-B : *Tableau des valeurs moyennes mensuelles des principaux paramètres physico-chimiques suivis durant l'élevage : Deuxième et troisième série d'essai de phase 2 de grossissement*

Annexe 2 : Mode de calcul du rendement d'un schéma discontinu multiphase

Soient S_{pg} , S_{p1} et S_{p2} les surfaces utilisées respectivement par les prégrossissement, phase 1 et phase 2.

Soient d_{pg} , d_{p1} et d_{p2} les densités utilisées respectivement dans les prégrossissement, phase 1 et phase 2.

Soient s_{pg} , s_{p1} et s_{p2} les survies obtenues respectivement en prégrossissement, phase 1 et phase 2.

Soient C_{pg} , C_{p1} et C_{p2} les nombres de cycle annuel effectués respectivement par les prégrossissement, phase 1 et phase 2.

Le nombre de cycle annuel C s'obtient en comptant un taux d'occupation des bassins de 94 %, soit 343 jours par an. Ainsi, $C = 343 / N$, où N est la durée d'élevage de la phase considérée.

1ère Etape :

En partant d'une surface de prégrossissement de 100 m², on déduit la surface de la phase 1 par la formule :

$$S_{p1} = S_{pg} \times d_{pg} \times s_{pg} \times C_{pg} / d_{p1} \times C_{p1}$$

De la même manière, on déduit de S_{p1} la surface de la phase 2 par la formule :

$$S_{p2} = S_{p1} \times d_{p1} \times s_{p1} \times C_{p1} / d_{p2} \times C_{p2}$$

2ème Etape :

Lorsqu'on connaît la surface utilisée par chaque phase, on applique à chacune d'elle le rendement qui la caractérise afin de connaître leur production.

NB : il est impératif d'utiliser le rendement calculé à partir de la production nette cad, biomasse totale sortie du bassin – biomasse totale introduite.

On obtient ainsi la production de biomasse de chaque phase. Leur somme correspond à la production totale de biomasse du schéma d'élevage. En ramenant cette production totale à la surface totale mobilisée par les différentes phases du schéma ($S_{pg} + S_{p1} + S_{p2}$), on obtient le rendement global du schéma multiphase.

Exemple :

	Densité (ind/m ²)	Durée (j)	Survie (%)	Rendement (T/ha/an)
Prégro	150	66	92	6.24
Phase 1	30	87	83	4.64
Phase 2	4	125	76	1.86

Prenons comme application le calcul d'un schéma dont la phase 2 correspond à l'essai n° 12. Le tableau ci dessus contient les caractéristiques nécessaires pour le calcul du rendement du schéma multiphase :

A partir de la durée de chaque phase, on peut calculer le nombre de cycle annuel que l'on peut effectuer de cette phase :

$$C_{pg} = 343 / 66 = 5.2$$

$$C_{p1} = 343 / 87 = 3.9$$

$$C_{p2} = 343 / 125 = 2.7$$

La surface monopolisée par le prégrossissement est prise arbitrairement de **100 m²**

La surface monopolisée par la phase 1 est de :

$$Sp1 = 100 \times 150 \times 0.92 \times 5.2 / 30 \times 3.9 = \mathbf{613 \text{ m}^2}$$

La surface monopolisée par la phase 2 est de :

$$Sp2 = 613 \times 30 \times 0.83 \times 3.9 / 4 \times 2.7 = \mathbf{5511 \text{ m}^2}$$

La production de biomasse par la surface de prégrossissement est de 6.24 T/ha/an ramené à 100 m², soit 6240 x 0.01 = **62.4 Kg**.

La production de biomasse par la surface de phase 1 est de 4.64 T/ha/an ramené à 613 m², soit 4640 x 0.0613 = **284.4 Kg**.

La production de biomasse par la surface de phase 2 est de 1.86 T/ha/an ramené à 5511 m², soit 1860 x 0.5511 = **1025 Kg**.

La production totale du système est donc de 1371.8 Kg sur 6224 m², soit un rendement global de :

2204 Kg/ha/an

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Brody T., Cohen D., Barnes A. and Spector A., 1980. Yield characteristics of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* in temperate zone aquaculture. *Aquaculture*, 21 : 375-385.

Cohen D., Ra'anan Z. and Brody T., 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *J. World Maricul. Soc.* 12(2) : 231-243.

Malecha S.R., 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In J.R. Moore and J.P. McVey (editors), *CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp : 231-259.

Malecha S.R., Polovina J. and Moav R., 1981. Multi-stage rotational stocking and harvesting system for year round culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. University of Hawaii Sea Grant Technical Report, UNIH-SEAGRANT-TR-81-01, 33 pp.

Ra'anan Z. and Cohen D., 1985. The ontogeny of social structure in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. pp.277-311. In: A. Wenner and F.S. Schram (eds). *Crustaceans Issues II: Crustacean Growth*. A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Sandifer P.A., Smith T.I.J., Jenkins W.E. and Stokes A.D., 1983. Seasonal culture of freshwater prawns in south carolina. In J.R. Moore and J.P. McVey (editors), *CRC Handbook of Mariculture, Volume 1, Crustacean Aquaculture*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, pp : 189-204.

Smith T.I.J., Sandifer P.A., Jenkins W.E. and Stokes A.D., 1981. Effect of population structure and density at stocking on production and commercial feasibility of prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in temperate climates. *Proc. World Maricul. Soc.*, 12(1) : 233-250.

COMPTE RENDU D'EXPERIENCE N° 6

INFLUENCE DU TRI SELON UN CRITERE DE TAILLE

SUR LES CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION

ET SES PERFORMANCES EN ELEVAGE

1-INTRODUCTION

Une population de *Macrobrachium rosenbergii* est régie par des phénomènes de dominance qui impliquent une hiérarchie sociale entre les individus. Au cours de la croissance, avec la mise en place de la maturité sexuelle, s'installent différentes sous populations, qui possèdent chacune leurs caractéristiques propres (voir CR n°1 du rapport RIDRV-90019-RA/GUYANE).

Dans chacune d'elles, on retrouve des individus occupant la même place au sein de la hiérarchie sociale (dominants ou dominés). Les dominants, qui correspondent aux plus gros animaux, ont une croissance supérieure au reste de la population. Les individus dominés de leur côté n'expriment leur potentiel de croissance que lorsque les dominants sont éliminés (Ra'anan et Cohen, 1984, Malecha et al, 1981). La mise en place de cette hiérarchie sociale est très précoce. Aussi, l'idée fut émise de la rompre le plus tôt possible en séparant les dominants des dominés pour permettre à ces derniers d'exprimer leur potentiel de croissance. La sélection selon un critère de taille permet de constituer des lots plus homogènes. On espère ainsi regrouper les animaux dominants dans un lot de tête afin qu'ils poursuivent leur croissance sur les mêmes bases et obtiennent un rendement plus fort qu'une population normale. Par ailleurs, on doit obtenir un gain de croissance sur le lot de queue restant en raison du retrait des individus dominants ce qui doit provoquer aussi un gain de rendement.

Dans ce compte rendu, nous allons examiner l'influence d'un tri sur la population en utilisant des critères :

- Qualitatifs : sex ratio, homogénéité de taille
- Quantitatifs : croissance, survie, rendement

Pour cela, nous avons d'abord utilisé des cages installées dans un grand bassin en terre afin de bénéficier des mêmes conditions pour tous les lots obtenus à la suite du tri : nous y avons essentiellement suivi les critères qualitatifs.

Nous avons ensuite procédé à des élevages en bassin pour aborder l'aspect quantitatif.

2-MATERIEL ET METHODE

2-1-Essais en cage

2-1-1-Encelnte d'élevage

Huit cages rectangulaires en filet de 6 mm tressnet ont été installées dans le bassin B9 d'une superficie de 5000 m². Chaque cage a une surface d'environ 20 m² (4 m X 5 m). Elles sont maintenues à leurs 4 coins par des piquets métalliques enfoncés dans le fond du bassin. La ligne de plomb formant la jointure entre paroi et fond est munie d'un anneau à chaque angle permettant de conserver le filet bien tendu grâce aux piquets. Dans chaque cage sont disposés 8 parpaings pour maintenir le filet bien à plat sur le fond et pour fournir des abris aux chevrettes.

2-1-2-Gestion quotidienne

Le cheptel est nourri manuellement, à la tombée de la nuit, 6 jours sur 7 avec un granulé standard titrant 30 % de protéine et 2,5 % de lipide. La ration alimentaire est calculée au départ par l'application d'un taux de nutrition à la biomasse introduite dans le bassin. Par la suite, l'ajustement de la ration est fait en utilisant une mangeoire dans chaque cage.

Le relevé des paramètres physico-chimiques (oxygène et température le matin, ph le soir) est fait tous les jours au milieu du bassin (Tableau 1).

Tableau 1 : Valeurs moyennes mensuelles des principaux paramètres physico chimiques suivis durant les élevages en cages.

		Mois 1	Mois 2	Mois 3
Série 1	pH	6.7	7.1	7.3
	Température (°C)	27.0	28.1	28.6
	Oxygène (mg/l)	6.6	6.3	6.1
Série 2	pH	7.7	6.8	6.9
	Température (°C)	28.1	28.2	27.7
	Oxygène (mg/l)	6.5	6.3	5.0
Série 3	pH	6.6	7.7	8.2
	Température (°C)	28.6	NC	NC
	Oxygène (mg/l)	4.9	5.2	5.0

2-1-3-Suivi du cheptel

On prélève la totalité du cheptel de chaque cage toute les 3 semaines en relevant le filet depuis un coté de la cage progressivement jusqu'à l'autre bord en ayant pris soin d'enlever les parpaings au préalable. Les animaux sont mesurés individuellement et classés selon leur morphotype (mâles à pinces bleues, oranges ou claires, femelles grainées ou non) quand

leur taille dépasse 60 mm (5 g environ). Le poids moyen est effectué en pesant le cheptel et en ramenant ce poids à l'effectif total. La vidange finale intervient au bout de 12 semaines d'élevage sans qu'aucune pêche partielle n'ait été effectuée.

2-1-4-Protocole d'élevage

Série 1 :

- Prégrossissement des PL en bassin de 500 m² pendant 2 mois jusqu'à un poids moyen de 0,63 g à une densité de 150 ind/m².
- Tri d'un échantillon de la population obtenue, dans une cage de tri métallique muni de grilles à barreaux de 5 mm d'espacement.
- Obtention d'un lot de tête mis en élevage dans les cages 1, 4, 7, d'un lot de queue dans les cages 2, 5, 8 et d'un lot témoin dans les cages 3 et 6.
- 500 individus sont introduits dans chaque cage.

Série 2 :

- Prégrossissement des PL en bassin de 500 m² pendant 2 mois jusqu'à un poids moyen de 0,66 g à une densité de 150 ind/m².
- Transfert des juvéniles dans une phase 1 où ils vont atteindre le poids moyen de 4,9 g après 3 mois d'élevage à une densité de 31 ind/m².
- Tri d'un échantillon de la population obtenue, dans une cage de tri métallique muni de grilles à barreaux de 11 mm d'espacement.
- Obtention d'un lot de tête mis en élevage dans les cages 1, 4, 7, d'un lot de queue dans les cages 2, 5, 8 et d'un lot témoin dans les cages 3 et 6.
- 400 individus sont introduits dans chaque cage.

Série 3 :

- Prégrossissement des PL en bassin de 500 m² pendant 3 mois jusqu'à un poids moyen de 1,6 g à une densité de 150 ind/m².
- Transfert des juvéniles dans une phase 1 où ils vont atteindre le poids moyen de 6,3 g après 3 mois d'élevage à une densité de 30 ind/m².
- Tri d'un échantillon de la population obtenue, dans une cage de tri métallique muni de 2 grilles à barreaux d'espacements respectifs de 11 et 14 mm .
- Obtention d'un lot de tête mis en élevage dans les cages 1 et 5, d'un lot médian dans les cages 2 et 6, d'un lot de queue dans les cages 3 et 7, et d'un lot témoin dans les cages 4 et 8.
- 200 individus sont introduits dans chaque cage.

2-2-Essais en bassin

2-2-1-Encelnte d'élevage

Les essais de se sont déroulés dans des bassins en terre qui n'ont reçu aucune fertilisation organique ni minérale et n'ont fait l'objet d'aucune préparation préalable du sol hormis un amendement calcique à la mise en eau à hauteur de 0,8 T/ha de CaSO₄.

Les bassins sont renouvelés à partir d'une station de pompage sur le fleuve Kourou à raison de 5 à 10 % du volume par jour, en fonction des valeurs des paramètres physico-chimiques. Pour chaque essai, un aérateur de type AireO2 fonctionne en séquence de nuit (0 h à 6 h du matin)

2-2-2-Gestion quotidienne

Le cheptel est nourri manuellement, à la tombée de la nuit, 6 jours sur 7 avec un granulé standard titrant 30 % de protéine et 2,5 % de lipide. La ration alimentaire est calculée au départ par l'application d'un taux de nutrition à la biomasse introduite dans le bassin. Par la suite, l'ajustement de la ration est fait en utilisant deux mangeoires disposées en zone profonde et peu profonde du bassin.

Le relevé des paramètres physico-chimiques (oxygène et température le matin, ph le soir) est fait tous les jours (Tableau 2).

Tableau 2 : Valeurs moyennes mensuelles des principaux paramètres physico chimiques suivis durant les élevages en bassin.

		Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4
Lot de tête	pH	8.0	7.5	7.9	8.3
	Température (°C)	28.2	28.4	28.6	NC
	Oxygène (mg/l)	6.3	5.5	4.7	5.6
Lot de queue	pH	7.0	8.2	7.4	6.3
	Température (°C)	28.3	28.5	NC	NC
	Oxygène (mg/l)	5.7	5.3	4.1	4.3
Témoin	pH	6.5	8.3	8.7	7.7
	Température (°C)	29.2	29.1	NC	NC
	Oxygène (mg/l)	6.1	5.8	5.7	5.7

2-2-3-Suivi du cheptel

On prélève un échantillon de 300 à 500 individus deux fois par mois à l'aide d'une senne de maille 6 mm. Les animaux sont mesurés individuellement et classés selon leur morphotype (mâles à pinces bleues, oranges ou claires, femelles grainées ou non) quand leur taille

dépasse 60 mm (5 g environ). Le poids moyen est effectué en pesant l'échantillon et en ramenant ce poids à l'effectif total.

Lors de chaque récolte, la production est pesée et les individus sont triés selon les classes commerciales suivantes :

Très gros : 10–20 ind/Kg
Gros : 20–30 ind/Kg
Moyens : 30–40 ind/Kg
Petits : 40–60 ind/Kg
Hors classe : supérieurs à 60 ind/Kg

Un échantillon de la récolte est prélevé afin d'effectuer un histogramme de taille et de relever le pourcentage que représente chaque morphotype. Le taux d'animaux à carapace molle est noté.

2-2-4-Protocole d'élevage

Les PL sont élevées dans un bassin de prégrossissement à la densité de 150 ind/m² pendant 2 mois. Les juvéniles sont ensuite transférées dans une phase 1 de grossissement à la densité de 26 ind/m². Toutes les caractéristiques de cette phase sont décrites dans le compte rendu n° 3 de ce rapport (essai n° 2).

Une pêche sélective à la senne de maille 14 mm a eu lieu au 44^{ème} jour d'élevage : elle a permis de constituer le lot de tête transféré en grossissement. Une 2^{ème} pêche sélective a eu lieu au 70^{ème} jour d'élevage : le lot médian obtenu n'a pu être transféré en grossissement par manque de bassin. Enfin, au 91^{ème} jour d'élevage, la vidange a permis de récupérer le lot de queue qui a pu être transféré en grossissement.

Parrallèlement, un lot témoin constitué d'une population non triée a été mis en élevage à partir d'individus produits dans une autre phase 1 à une densité équivalente. Toutes les caractéristiques du grossissement de ce lot sont décrites dans le compte rendu n° 5 de ce rapport (essai n° 12) Les principales caractéristiques des protocoles d'élevage sont mentionnées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Principales différences dans les protocoles d'élevage utilisés.

	Surface (m ²)	Aération (CV)	Densité (ind/m ²)	Durée (jour)	P.M.initial (g)
Lot de tête	500	0,5	4	112	7,6
Lot de queue	500	0,5	4	113	6,1
Témoin	2500	2	4,1	125	6,1

Les pêches sélectives sont effectuées dès l'apparition d'individus commercialisables à l'aide d'une senne de maille 25 mm. Les récoltes sont espacées de un mois et sont constituées de deux coups de filet successifs passés dans le même sens depuis l'arrivée d'eau vers

l'évacuation. Elles sont intervenues à j 71 et j 97 pour le lot de tête, j 71 et j 101 pour le lot de queue, j 82 et j 112 pour le témoin.

2-3-Methode de tri

Pour les essais en cage, nous avons utilisé une cage de tri métallique de fabrication artisanale dans laquelle on peut glisser des grilles à barreau en PVC de différents espacements (Figure 1). Ces grilles sont d'une utilisation courante en pisciculture. Immergée dans un bac en béton, et faisant face à un courant d'eau provoqué par des air-lifts, la trieuse permet de trier des petites quantités d'animaux. La population à trier (environ 100 à 400 animaux en fonction de leur taille) est placée dans le compartiment aval par rapport au courant. Les petits individus passent entre les barreaux et sont récupérés dans le compartiment amont. Ils doivent être retirés au fur et à mesure de leur passage afin qu'il y ait toujours un gradient de densité entre les deux cotés de la grille. Les performances de la trieuse dépendent :

- Du nombre d'animaux placé dans le compartiment de tri. S'il est trop important, la grille est "saturée"; s'il est trop faible, les animaux ne cherchent pas à passer.
- De la taille des animaux : plus elle est petite, plus le tri est efficace
- De la durée du tri sachant que le stress lui est proportionnel : au delà de 20 à 30 mn, le rendement diminue fortement.

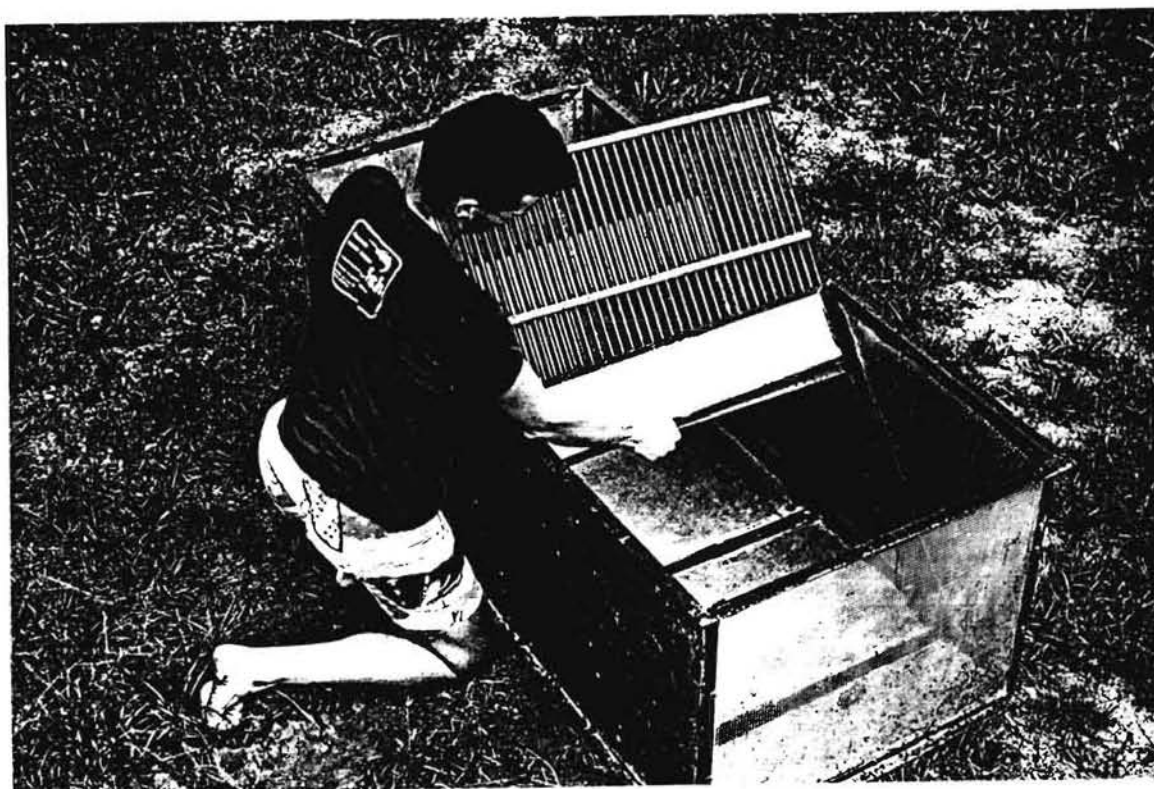


Figure 1 : Trieuse à barreau utilisée pour la constitution de lot de taille homogène.

D'une manière générale, on peut dire que ce dispositif est satisfaisant dans nos conditions expérimentales. La constitution du lot de queue est excellente (aucun individu de taille supérieure à la sélectivité ne peut passer la grille). Le lot de tête, par contre, renferme

toujours une certaine proportion de petits animaux qui n'ont pas été triés. Pour trier des populations plus importantes, ce système est trop fastidieux et trop stressant.

Nous avons testé des grilles à barreaux de différents espacements. Le tableau 4 donne la dernière classe de taille passant massivement au travers de la grille, en fonction de l'écartement choisi. Le poids moyen de la population obtenue dépend quant à elle de l'allure de la population initiale et notamment du pourcentage d'animaux de taille inférieure à la sélectivité de la grille.

Tableau 4 : Sélectivité des grilles à barreaux testées.

Espacement de la grille (mm)	5	7	9	11	14	16
Dernière classe de taille (mm)	30-34	35-39	45-49	55-59	65-69	75-79

Pour les essais en bassin, nous avons choisi la senne sélective pour constituer les lots de taille homogène. En effet, il s'agit de la seule méthode suffisamment fiable pour trier des populations ayant un effectif important. Le résultat est moins bon que dans le cas de la trieuse à barreaux surtout pour le lot de queue, car l'efficacité du passage de la senne dans le bassin n'est jamais parfaite : il reste toujours des gros animaux dans le lot de queue. Dans le lot de tête, on retrouve aussi des petits animaux qui n'ont pas réussi à s'échapper. Parmi les avantages de cette méthode, elle permet la constitution des lots avec un décalage dans le temps, comme le montre la figure 2.

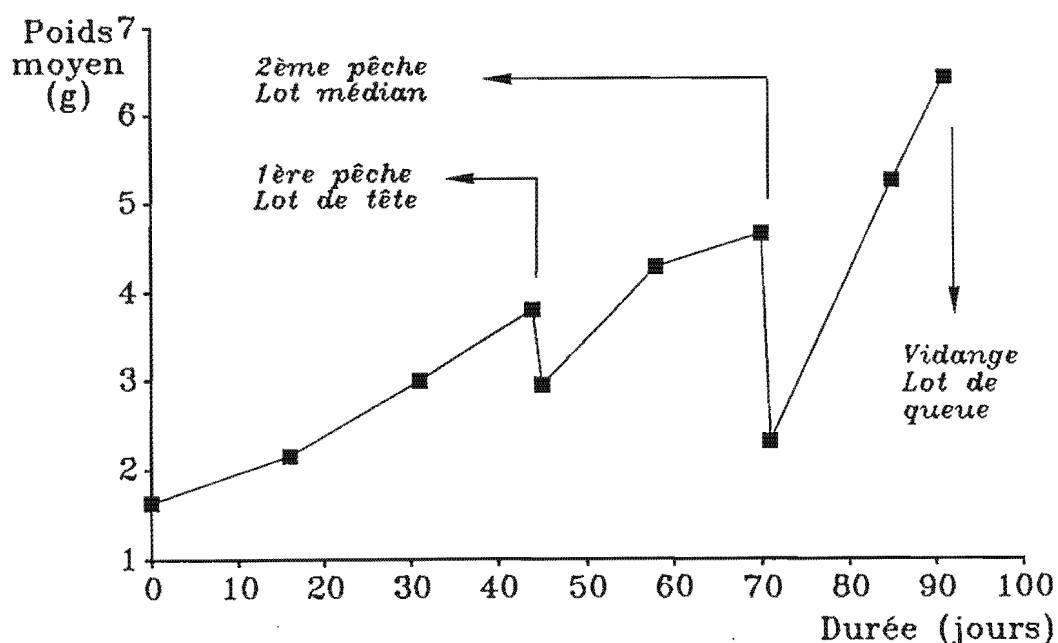


Figure 2 : Courbe de croissance d'une phase 1 de grossissement faisant intervenir des pêches sélectives pour constituer des lots de taille homogène.

Dans cette expérimentation nous avons utilisé une senne de maille 14 mm (fil de 1500 m/kg) qui sélectionne massivement les individus de taille supérieure à 60 mm.

3-RESULTATS

3-1-Essais en cages

L'objectif de ces essais étant essentiellement le suivi de la composition de la population obtenue à la suite du tri, les résultats enregistrés sont la survie finale, les pourcentages de mâles et de femelles à la vidange et la répartition des tailles. On peut évaluer l'allure de la population en utilisant trois critères :

- Coefficient de variation sur la longueur orbitale (rapport de l'écart type sur la moyenne). Il se situe en moyenne entre 17 % et 20 % pour une population de *Macrobrachium* non soumise à des pêches sélectives.
- Coefficient d'asymétrie qui mesure la disymétrie d'une courbe en cloche, cad la présence d'une queue plus importante sur la droite (coefficient positif) ou sur la gauche (coefficient négatif) de l'histogramme des tailles.
- Coefficient d'aplatissement qui est un indicateur de la concentration de la taille des individus autour du mode. Il est de 3 pour une courbe normale et augmente avec l'écrasement de la forme en cloche.

Le tableau 5 récapitule les résultats des essais en cage.

Tableau 5 : Principaux résultats enregistrés dans les essais d'élevage de lots sélectionnés en cage.

	Série 1			Série 2			Série 3			
	L.T.	L.Q.	T.	L.T.	L.Q.	T.	L.T.	L.M.	L.Q.	T.
Survie (%)	80,6	68,8	67,4	61,6	66,0	61,9	60,5	73,5	81,8	75,8
P.M.i (g)	0,7	0,4	0,6	7,2	3,1	4,7	13,1	7,3	3,9	6,8
P.M. f (g)	5,2	4,2	5,2	11,2	7,1	8,6	21,3	15,6	11,8	14,6
Mâles (%)	*22,7	*12,3	*19,6	38,0	63,0	63,0	48,2	43,4	60,6	48,9
Femelles (%)	*26,0	*15,6	*24,1	62,0	37,0	37,0	51,8	56,6	39,5	51,2
C.V. (%)	14,0	13,6	15,5	10,3	14,6	16,0	8,0	7,5	13,5	13,5
Asy.	0,47	0,36	0,42	-0,25	-0,20	0,18	0,19	0,11	-0,28	-0,40
Appl.	3,55	3,30	3,15	4,92	2,49	2,79	3,47	3,21	2,84	3,51

* : La somme mâles + femelles ne donne pas 100 % car une partie des animaux n'a pu être sexée à cause de leur petite taille (inférieure à 60 mm).

3-1-1-Répartition des sexes

La première série d'essai nous donne peu d'indications en raison du fort pourcentage d'animaux de petite taille qui n'a pas été sexé. Dans la série 2, où tous les individus ont été sexés en fin d'élevage, le lot de tête renferme une majorité de femelles indiquant que, lors du tri à 5 g, elles constituaient la majorité des individus les plus gros. On retrouve logiquement plus de mâles dans le lot de queue. Cet équilibre devrait donner un sex ratio équilibré dans le témoin, ce qui n'est pas le cas. Il s'agit probablement d'une erreur de manipulation.

La série 3 nous donne des indications plus fines sur la répartition des sexes selon la taille des animaux dans une population de 6,3 g de poids moyen. Le lot de tête présente la même répartition des sexes que le témoin. Le lot médian renferme une majorité de femelles alors que le lot de queue est constitué en majorité de mâles. Cela peut fournir une explication aux résultats obtenus dans la série 2 : il est probable en effet que la plupart des femelles qui se trouvaient à proximité des classes médianes se sont retrouvées dans le lot de tête ce qui explique leur prépondérance.

3-1-2-Répartition des tailles

Les valeurs finales du coefficient de variation dans les trois lots de la série 1 montrent que lors d'un tri effectué à un poids moyen de 0,6 g, on n'obtient pas d'effet sur la répartition des tailles. Ceci provient de la difficulté à trier correctement une telle population où les tailles sont encore très homogènes. En effet, juste après le tri, les deux sous populations obtenues ont un C.V. identique au témoin.

Dans la série 2, où la séparation médiane a été faite à un P.M. de 4,9 g, on remarque que le lot de tête présente des tailles plus homogènes que le lot de queue et le témoin. Dans la série 3, on peut voir que cette homogénéité est obtenue aussi dans le lot médian. On peut donc résumer ces résultats en disant que les lots de tête et médian conservent l'homogénéité de taille acquise lors du tri alors que le lot de queue régénère une hétérogénéité de taille comparable à la population non triée. Cette observation est valable à condition que le tri intervienne sur une population au P.M. suffisamment élevé pour que l'étalement des tailles permette un tri efficace.

3-2-Essais en bassin

Le lot de tête et le lot de queue ont suivi un protocole d'élevage correspondant à une phase 2 de grossissement selon le mode séquentiel décrit dans le compte rendu précédent. Ils sont analysés selon les critères de production habituels (survie, croissance, rendement, classes commerciales obtenues). Le tableau 6 résume l'ensemble de ces résultats.

Les essais en bassin montrent sans ambiguïté la supériorité des performances obtenues par les lots de tête et de queue par rapport à une population non triée. Seul l'indice de conversion est moins bon, mais cela provient plus d'une mauvaise adéquation de la ration alimentaire que d'une mauvaise transformation de l'aliment. L'effet du tri se fait particulièrement sentir sur la croissance comme le montre la figure 3. Les conséquences sont :

- Une intervention plus précoce de la première récolte sélective (71^{ème} jour contre 82^{ème} jour),
- Un meilleur taux de retour, même dans le cas du lot de queue, pour un nombre identique de récoltes sélectives,
- Un poids moyen global final plus élevé dans le lot de tête, ce qui se répercute sur la répartition de la production en classes commerciales,

- Et finalement un rendement plus élevé respectivement de 32 % et 27 % pour les lots de tête et de queue.

La meilleure survie obtenue dans les lots sélectionnés peut difficilement être expliquée par l'influence du tri. Elle provient plutôt d'une meilleure gestion des bassins à cause de leur plus petite taille (500 m² contre 2500 m²).

Tableau 6 : Principaux résultats obtenus lors des essais d'élevage de lots sélectionnés en bassin en terre.

		L.T.	L.Q.	T.
Durée (jours)		112	113	125
Densité (ind/m ²)		4.0	4.0	4.1
P.M.initial (g)		7.6	6.1	6.1
Croissance (g/mois)		8.9	7.6	6.9
Taux de retour (%)		52.7	44.2	43.6
Taux de survie (%)		83.6	87.8	76.2
Indice de conversion		5.4	4.6	3.3
Rendement (T/ha/an)		2.5	2.4	1.9
P.M.global (g)		32.2	28.2	29.3
Classes de taille (%)	10-20	5	0	5
	20-30	51	37	41
	30-40	39	50	43
	40-60	5	11	8
	NC	0	2	3

Au niveau des résultats qualitatifs, il convient de noter que les remarques faites sur la répartition des tailles lors des essais en cage sont valables pour les essais en bassin. Le coefficient de variation sur la longueur dans le lot de tête est en moyenne de 8,4 % contre 15,8 % dans le lot de queue et 15,7 % dans le témoin. Cela confirme que le lot de tête conserve l'homogénéité de taille acquise lors du tri.

Les résultats enregistrés au niveau de la répartition des sexes sont conformes à ceux obtenus dans la 3^{ème} série d'essai en cage, à savoir :

- Dans le lot de tête, un sex ratio identique à la population d'origine : 55,0 % de mâles dans le lot de tête pour 55,8 % dans la population de phase 1 dont il était issu.

- Dans le lot de queue, on retrouve une proportion plus importante de mâles (63,1 %)
- Le lot médian, qui n'avait pas été mis en élevage par manque de bassin, présentait un pourcentage plus élevé de femelles : 53,1 % contre 44,2 % dans la population d'origine.

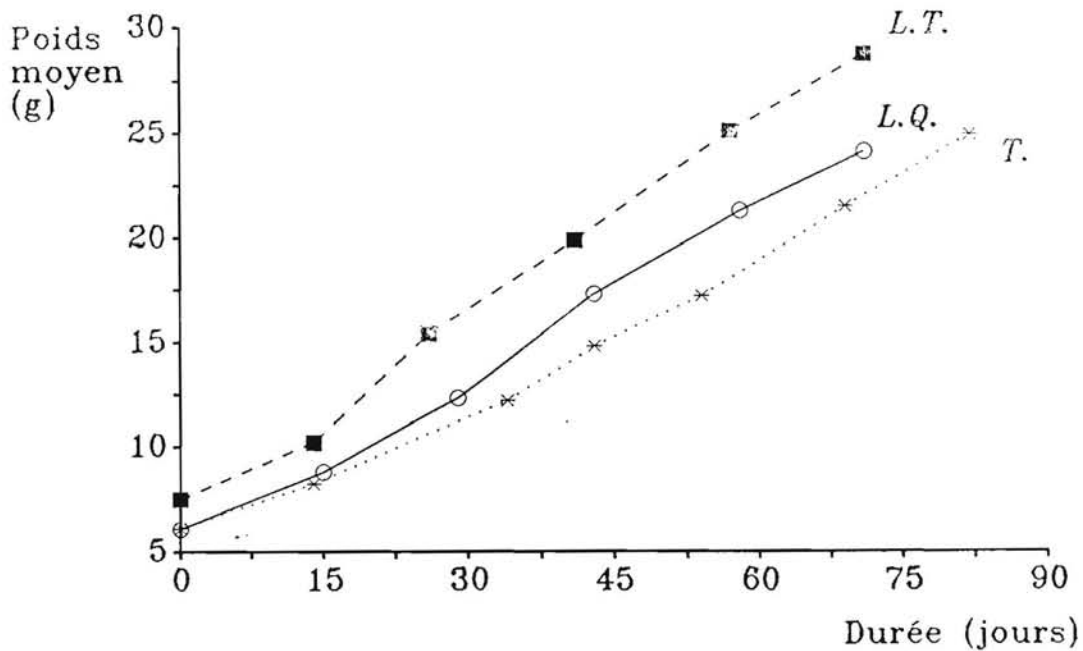


Figure 3 : Courbes de croissance obtenues avant la 1^{ère} pêche sélective dans les lots sélectionnés par rapport à une population non triée.

4-DISCUSSION

Actuellement, il existe trois types de **dispositif de tri** :

- Les machines à rouleaux sont utilisées pour le calibrage de poissons ou de crevettes. Dans le cas des chevrettes, les pinces gênent le passage des animaux, ce qui nuit à l'efficacité de ces machines. Pour des petits animaux, elles sont relativement fiables, mais restent néanmoins difficiles à utiliser (Arndt et al, 1984).
- Les cages de tri comme celle que nous avons utilisé : à maille ou à barreaux, leur principal inconvénient est leur faible vitesse de tri et le stress qu'elles engendrent, ce qui limite l'effectif triable. Un modèle de cage à maille rigide est décrit dans les travaux de Karplus (1986) : il semble avoir donné satisfaction.
- La senne à maille sélective permet de trier des effectifs importants mais son efficacité est moindre que celle des deux autres techniques.

Pour le suivi qualitatif, nous avons choisi une cage de tri à barreaux en raison de sa plus grande efficacité et de sa meilleure précision.

D'une manière générale, pour améliorer l'efficacité des cages de tri qu'elles soient à barreaux ou à maille, l'expérience a montré qu'il faut optimiser le rapport surface de tri / volume de l'enceinte pour éviter l'effet de colmatage. Ainsi, toutes les faces de la cage doivent être triantes. Par ailleurs, les surfaces triantes verticales fonctionnent mieux que les surfaces horizontales. Enfin, dans le cas de grilles à barreaux, il est préférable d'utiliser des barreaux verticaux qui gênent moins le passage des pattes des animaux.

Les 2 raisons essentielles qui nous ont poussé à utiliser des **cages en filet** comme enceinte d'élevage sont les suivantes :

- Faible nombre de bassins disponibles : avec les 4 bassins de 500 m² dont nous disposons sur la station, il est impossible de monter des expérimentations de cette envergure qui peuvent monopoliser jusqu'à 8 bassins : 2 lots de tête, 2 lots médian, 2 lots de queue et 2 témoins.
- Contraintes de tri : notre cage de tri ne pouvant trier que des faibles effectifs, la surface que l'on peut ensemercer est limitée. De plus, les cages en filet sont plus pratiques et moins consommatrices en temps et en personnel.

Par contre elles se sont avérées être des structures peu appropriées pour tester les performances d'élevage classiques et notamment la croissance et l'indice de conversion. Dans l'optique qui était la notre (suivi de l'allure et de la composition des lots), cela n'a pas constitué un inconvénient majeur.

Les principales raisons qui expliquent les mauvaises performances d'élevage en cage tiennent en deux points :

- Pour des raisons statistiques, nous ne pouvions pas descendre en dessous d'un certain effectif. Or, malgré l'appoint de parpaings pour fournir des abris, la biomasse était trop importante ce qui a nuit à la croissance.

- Le substrat "sol" est pratiquement absent de cette enceinte car le filet n'est jamais rigoureusement à plat sur le fond. Le dégradation de l'aliment non consommé et des fécès s'effectue donc incorrectement. Or on sait que la chevrette trouve une partie importante de son alimentation dans le milieu naturel et notamment au travers du recyclage des déchets par le sédiment. L'absence de cette source alimentaire a probablement contribué de façon importante aux mauvaises croissances et aux mauvais indices de conversion enregistrés.

Si l'on fait la **synthèse des résultats qualitatifs** obtenus aussi bien en cage qu'en bassin, on peut faire deux remarques :

1-Intervention du tri.

Pour avoir une influence sur la composition et l'allure de la population, le tri ne doit pas intervenir trop tôt. D'après des travaux israéliens (Ra'anan et al, 1983), la différenciation de la croissance entre mâles et femelles, ainsi que les morphotypes de mâles, n'apparaissent qu'avec la maturité sexuelle. D'après ces mêmes auteurs, l'apparition de cette maturité dépend de facteurs environnementaux comme la densité et intervient à un âge de 3 mois environ. Avant son apparition, les "jumpers" sont composés en proportion égale de mâles et de femelles. Par la suite, la croissance des femelles est plus lente et plus homogène que celle des mâles. On va donc tendre de plus en plus vers une répartition des tailles d'allure trimodale, le pic de femelles étant entouré de deux pics de mâles comme dans l'exemple de la figure 4.

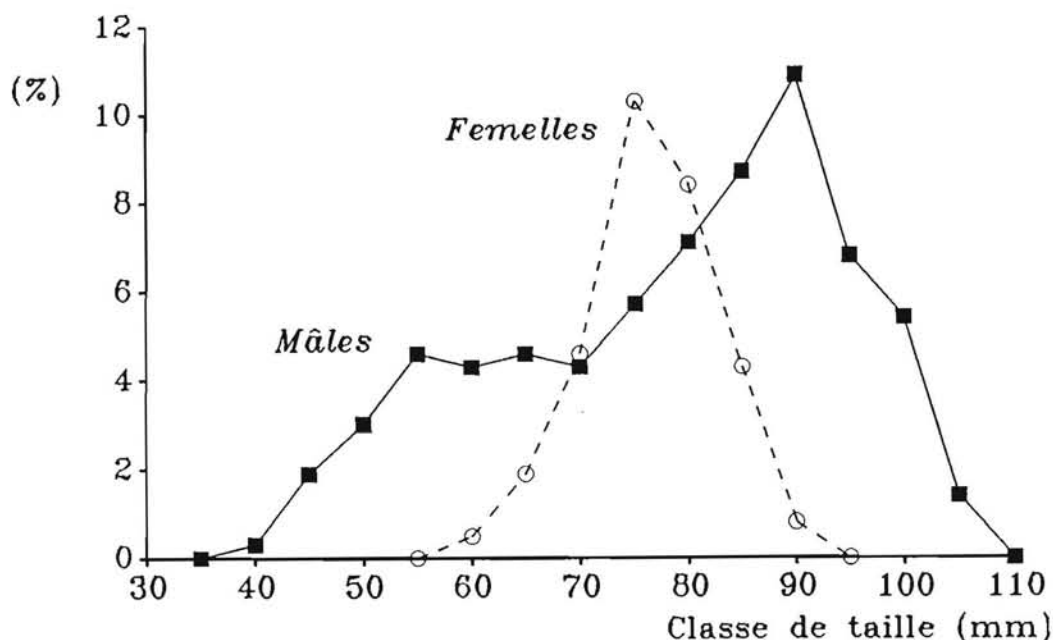


Figure 4 : Répartition des tailles pour chaque sexe dans une population non triée d'un poids moyen de 15 g.

Ainsi quand on trie la population très tôt, on retrouve la même proportion de mâles et de femelles dans les lots sélectionnés. Cette observation a été faite aussi par Karplus (1986) pour un poids moyen au moment du tri de 1 g. De plus, lors de nos essais à ce poids moyen, la technique de tri ne s'est pas avérée suffisamment fiable pour obtenir une population de taille plus homogène (série d'essais n° 1).

D'après nos résultats, il semble qu'à partir d'un poids moyen de population de 5 g, on puisse noter une légère différenciation de croissance ce qui permet d'obtenir après sélection :

- Un lot de tête dont la répartition des sexes est identique à celle de la population d'origine
- Un lot médian composée d'un pourcentage plus élevé de femelles que la population d'origine
- Un lot de queue où l'on retrouve une proportion plus importante de mâles que dans la population d'origine.

Il s'agit là d'un des enseignements de cette série d'expérimentations : la modification du sex ratio à la suite d'un tri à un poids moyen inférieur ou égal à 5 g ne permet pas de se rapprocher suffisamment des conditions monosexes pour en acquérir les caractéristiques de croissance décrites dans le compte rendu n°4.

En ayant recours à un tri plus tardif sur une population du type de celle décrite dans la figure 4, il est probable qu'on puisse obtenir des différences plus marquées de sex ratio dans les lots sélectionnés. On se rapproche alors d'un système voisin du système rotationnel décrit par Malecha (Malecha et al, 1981). Celui ci consiste en une succession de phases discontinues entrecoupées de vidanges/transfert au cours desquelles on trie la population en lots homogènes. Lors de ces transferts on regroupe entre eux les sous populations de même nature provenant de différents bassins (lots de tête, lots médians, lots de queue). Ce système théorique n'a jamais été appliqué en raison de l'impossibilité de trier les biomasses importantes récupérées à la vidange des bassins.

2-Répartition des tailles et comportement social.

Lorsqu'il intervient à un poids moyen d'environ 5 g, le tri permet d'engendrer un lot de tête de taille plus homogène que la population initiale. Le fait notable réside dans la conservation de cette homogénéité au cours de la croissance, ce qui permet d'obtenir une production finale plus intéressante avec notamment plus de gros individus de la classe 10-20 ind/kg et aucun animaux de taille inférieure à la taille de commercialisation. La figure 5 illustre ces propos : le coefficient de variation sur la longueur est seulement de 8 % dans le lot de tête contre 16 % dans le témoin. De plus, la répartition des tailles ne présente pas la dissymétrie négative classique : elle est de 0,21 contre -0,75 dans le témoin. La conservation de l'homogénéité de taille est un caractère que l'on retrouve aussi dans le lot médian. Le lot de queue de son côté reconstitue une répartition des tailles semblable à la population non triée, avec un coefficient de variation de 16 % et un coefficient d'assymétrie de -1,06.

Ce phénomène peut être expliqué par la modification de la structure sociale de la population induite par le tri. Le lot de tête renfermant plutôt des individus dominants, on y retrouve une proportion plus faible de mâles dominés à pinces claires (15 % du total des mâles). Par contre, le lot de queue étant composé d'animaux dominés, la structure sociale va se reconstituer et on va tendre vers les proportions d'équilibre habituelles (40 % de mâles à pinces claires contre 38 % dans le témoin).

Ces résultats sont en accord avec les travaux effectués sur le tri par la taille (Karplus et al, 1986, 1987). Le lot de tête renferme des individus ayant la même place de dominant au sein de la hiérarchie sociale, aussi il ne reconstitue pas de sous population de dominés et continue sa croissance sur des bases identiques, cad supérieures à celles d'une population non triée. Cela se traduit par une grande homogénéité de taille en fin d'élevage et un faible pourcentage de mâles à pinces claires. Dans le cas du lot de queue, constitué de la sous population de dominés, celle ci reforme la structure sociale d'une population normale. On retrouve donc les trois morphotypes de mâles dans les ratio habituels (PC / PO / PB = 5/4/1) et une hétérogénéité de taille classique. Le coefficient de variation sur le poids y est de 50 à

55 % soit le double de celui du lot de tête. Ainsi, les travaux de Karplus (1986) et Ra'anan (1983) montrent que, pour la détermination de leur devenir social, la position relative des juveniles dans la population est un facteur plus important que leur taille dans l'absolu.

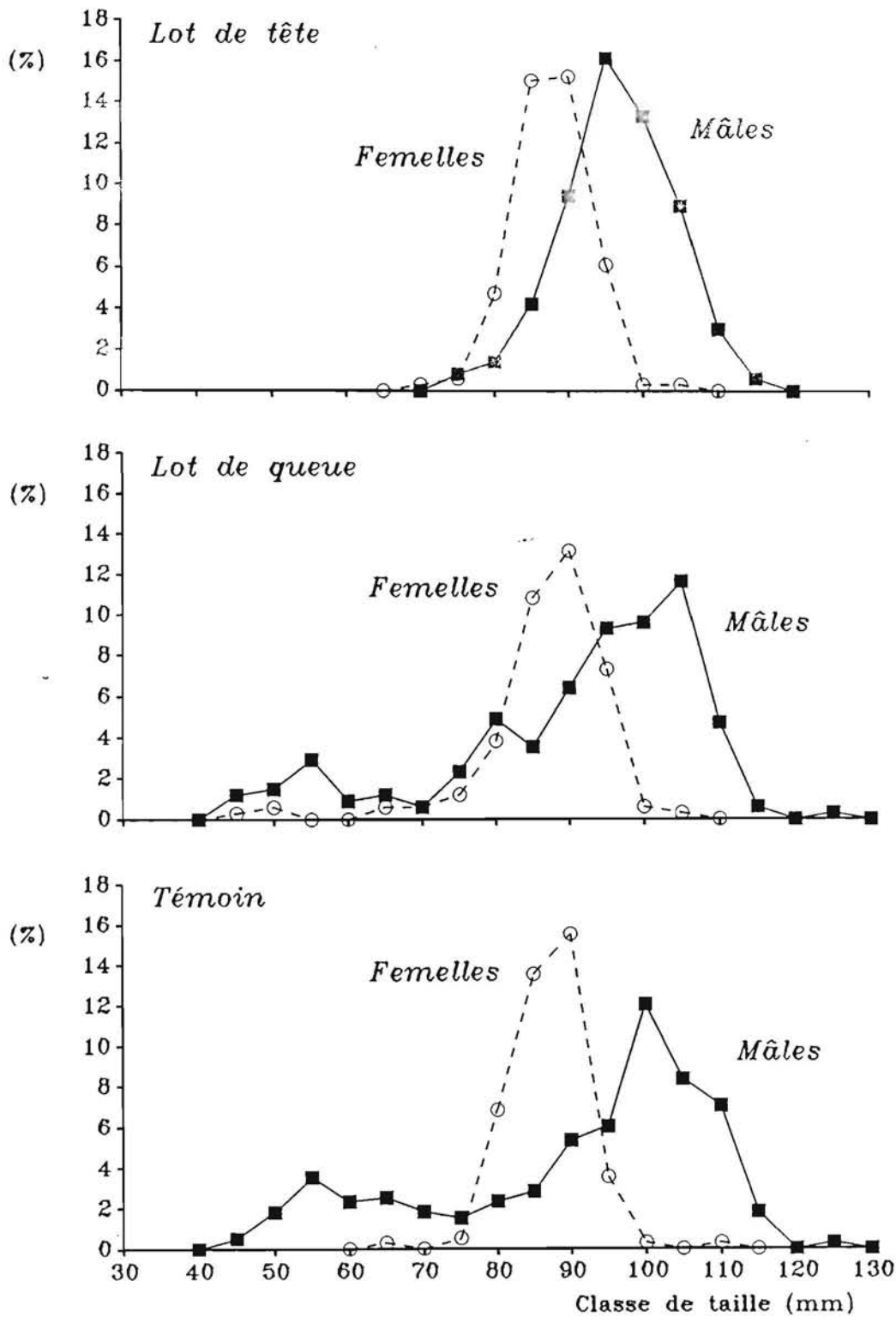


Figure 5 : Répartition des tailles dans le lot de tête (P.M. = 25,1 g), le lot de queue (P.M. = 24,1 g) et le témoin (P.M. = 24,9 g) avant l'intervention de récoltes sélectives.

Au niveau quantitatif, les meilleurs **rendements** obtenus en bassin par les lots de tête et de queue sont dûs principalement à une meilleure croissance. Ainsi, on obtient :

- Entre le lot de tête et le témoin un gain de croissance de 29 % (8,9 contre 6,9 g/mois) correspondant à un gain de rendement de 32 % (2,46 contre 1,86 T/ha/an).
- Entre le lot de queue et le témoin, le gain de croissance est de 10 % (7,6 contre 6,9 g/mois) et le gain de rendement de 27 % (2,36 contre 1,86 T/ha/an). Ce gain de croissance est dû au phénomène de croissance compensatoire qui fait suite au retrait des individus dominants par le tri.

Cependant il n'est pas valable de comparer les rendements des lots sélectionnés et du témoin de cette manière. En effet, les performances du lot de tête ne concernent que la 1ère pêche sélective dans la phase 1 soit 20 % seulement de la population initiale. Le lot médian représente 40 % de la population produite dans la phase 1, le lot de queue correspondant quant à lui aux 40 % restant. Il faut donc affecter ces ratio aux rendements obtenus par chaque lot. N'ayant pas pu mettre en élevage le lot médian à cause de contraintes de bassin, nous considérerons le pire des cas, à savoir que ses performances sont identiques à celles du lot de queue.

Par ailleurs, on a vu dans le compte rendu précédent que le rendement global d'un schéma à plusieurs phases se calcule à partir des performances de chaque phase. En utilisant ce mode de calcul décrit dans l'annexe 2 du CR n° 5, et en affectant les ratio correspondant à chaque lot, on obtient le rendement global d'une population scindée en 3 que l'on peut comparer rigoureusement au rendement d'une population non triée. Cette comparaison est faite dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Rendement global obtenu par un schéma multiphase faisant intervenir un tri à l'aide d'une senne sélective lors du transfert entre phases 1 et 2 de grossissement.

Rendement (T/ha/an)	Lot de tête	Lot médian	Lot de queue	Témoin
Prégrossissement	6,24	6,24	6,24	6,24
Phase 1	4,47	4,47	4,47	4,64
Grossissement	2,46	2,36	2,36	1,86
Global	2,71			2,22

Il apparait donc que, dans les conditions de notre expérimentation et avec l'imprécision causée par l'évaluation du rendement du lot médian, le gain de rendement induit par cette méthode de sélection soit de 22 %. Ce gain est encore amplifié par une production de taille plus homogène dans les cas du lot de tête et du lot médian.

5-CONCLUSION

Les différents essais de sélection par la taille effectués à des poids moyens de 1 à 6 g et en scindant la population en deux voire trois lots d'individus de tailles homogènes, ont fait apparaître les résultats suivants :

1-Le tri ne provoque pas de modification du sex ratio suffisante pour obtenir des conditions proches d'un élevage monosexé.

2-La structure sociale de la population de mâles est modifiée par le tri :

- On retrouve les animaux dominants dans le lot de tête; ils ne reforment pas de sous population constituée d'individus dominés.
- Les mâles dominés restent dans le lot de queue. Au cours de la croissance, il émerge une nouvelle sous population de mâles dominants par la transformation morphotypique habituelle : mâles à pinces claires, pinces oranges et pinces bleues.

3-A la suite du tri, l'homogénéité de taille obtenue dans le lot de tête et le lot médian est conservée tout au long de la croissance. Dans le lot de queue, l'hétérogénéité de taille finale est identique à celle de la population non triée en raison du phénomène de croissance compensatoire induit par le retrait des individus dominants.

4-La modification de la structure sociale des mâles semble en grande partie responsable de cette évolution de la répartition des tailles dans les différents lots.

5-Le lot de dominants conserve sa vitesse de croissance très élevée alors que le lot de queue voit la sienne accélérée grâce au phénomène de croissance compensatoire.

6-Le gain de rendement dû à l'intervention du tri a été évalué à 22 % avec une production de taille plus homogène.

Ces résultats intéressants permettent d'envisager l'introduction d'un mode de sélection dans les schémas d'élevage en discontinu. En effet, le système testé (passage d'un filet sélectif avec un décalage dans le temps) est suffisamment fiable et facile d'utilisation pour être transféré à des producteurs. Cependant, ce type d'intervention sur la population au cours de sa croissance rend plus complexe la gestion de la ferme, notamment au niveau de l'adéquation entre les différentes phases (correspondance entre les durées de phases pour limiter le temps d'assec, obtention du nombre d'individus nécessaire pour avoir la bonne densité d'élevage ...). Il ne pourra donc être utilisé que sur des fermes d'une certaine taille, possédant un chef d'exploitation aguerri à ce mode de gestion.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Arndt G.D., Gautz L.D. and Wang J.K., 1984. Mechanical size grading of postharvest prawns. *J. World Maricul. Soc.* 15 : 61-72.

Karplus I., Hulata G., Wohlfarth G. W. and Halevy A., 1986. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. I. Dividing the population into two fractions. *Aquaculture*, 56 : 257-270.

Karplus I., Hulata G., Wohlfarth G. W. and Halevy A., 1987. The effect of size-grading juvenile *Macrobrachium rosenbergii* prior to stocking on their population structure and production in polyculture. II. Dividing the population into three fractions. *Aquaculture*, 62 : 85-95.

Malecha S.R., Polovina J. and Moav R., 1981. Multi-stage rotational stocking and harvesting system for year round culture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. University of Hawai Sea Grant Technical Report, UNIH-SEAGRANT-TR-81-01, 33 pp.

Ra'anan Z., 1983. The effect of size ranking on the moulting cycle of juvenile stages of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) when reared individually and in pairs (Decapoda, Caridea). *Crustaceana Leiden*, 45 : 131-138.

Ra'anan Z. and Cohen D., 1983. Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. II. Selective stocking of size subpopulations. *Aquaculture*, 31 : 369-379.

Ra'anan Z. and Cohen D., 1984. The ontogeny of social structure in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. pp.277-311. In: A. Wenner and F.S. Schram (eds). *Crustaceans Issues II: Crustacean Growth*. A.A. Balkema Publ., Rotterdam.

Williamson M.R. and Wang J.K., 1978. Mechanical separation of freshwater prawns. American Society of Agricultural Engineers. Paper No. 78-5035, 12 pp.

